Régulation de l'interconnexion

Modèle de calcul des coûts de terminaison d'appel

CMILT – Bottom-Up

Manuel d'utilisation

Version 1.6 – juin 2015
Laurent Gille
© Télécom ParisTech

I. Présentation

Ce manuel d'utilisation concerne le nouveau modèle CMILT bottom-up développé à TELECOM ParisTech depuis 2008. Ce modèle prend la suite d'un modèle de détermination des coûts d'interconnexion initialement développé par la Banque Mondiale et le PPIAF pour les pays africains.

La première édition du modèle initial avait été préparée en 2000 par une équipe placée sous la coordination de Paul Noumba Um, de la Policy Division of the Global Information and Communications Technology Department de la Banque Mondiale. La première version a été construite par une équipe du BIPE sous la direction de Laurent Gille. Une deuxième version du modèle a vu le jour en 2003 sur un financement complémentaire de la Banque Mondiale accordé au Bipe. Des améliorations substantielles ont été ensuite apportées au modèle par Télécom ParisTech en 2004, toujours sous la direction de Laurent Gille, avec le concours de Christophe Rudelle. La présente version, qui est une récriture totale du modèle, a elle aussi été développée à Télécom ParisTech, en 2007 et 2008. Cette version est une refonte complète de la partie technique du modèle, initialisée avec deux élèves de Télécom ParisTech (Charles Ossent et Brieuc Le Cornec) par Laurent Gille, et finalisée par ce dernier. Cette nouvelle version apporte une flexibilité accrue du modèle et permet de modéliser un réseau multiservices. En 2012, le modèle a été revu avec le soutien Lorena Mendez-Smith, pour intégrer les architectures 3G et NGN.

Malgré toutes les précautions apportées à la réalisation du modèle et du manuel, les auteurs ne portent aucune responsabilité quant aux calculs qui pourront en être issus et de toute conséquence qui peut résulter de leur utilisation. Les résultats doivent être considérés comme une aide à la décision et certainement pas comme des calculs exacts des coûts d'interconnexion compte tenu notamment de l'incertitude qui peut affecter les hypothèses.

Ce modèle est mis gracieusement à la disposition des utilisateurs (régulateurs et opérateurs) qui souhaitent l'utiliser, sans que la responsabilité des auteurs et diffuseurs du modèle, notamment Telecom ParisTech ou Laurent Gille, ne puisse être engagée. Ce modèle est mis à la disposition des utilisateurs sous licence CeCILL (http://www.cecill.info/index.fr.html).

Ce manuel, qui n'a pas pour vocation d'approfondir les principes des modèles bottom-up de détermination des tarifs, présente successivement :

- En partie II, les principes de la modélisation
- En partie III, les consignes de collecte d'informations auprès des opérateurs
- En partie IV, un guide d'utilisation du modèle
- En partie V, une présentation plus approfondie de l'architecture du modèle et des onglets afin de faciliter les évolutions.

Table des matières

I. PRÉSENTATION 2

II. PRINCIPES DE MODÉLISATION 6

1. LES SERVICES OFFERTS ET LEUR TRAFIC 7
   - o Trafic de roaming 10
   - o Liaisons louées 11
   - o Facteur de conversion pour les liaisons louées 11
2. ARCHITECTURE ET ÉLÉMENTS DE RÉSEAU 13
3. LES MATRICES DE FACTEURS DE ROUTAGE 18
4. DIMENSIONNER LE RÉSEAU 20
5. EVALUER LES COÛTS D'INVESTISSEMENT ET D'EXPLOITATION 21

a. Une approche incrémentale 21
b. Une approche de long terme (Long Run) 21
c. Une approche en coûts pertinents et en coût totaux 22
d. Une approche prospective 22
e. Une approche efficiente 23
f. Une approche économique et non comptable 23
g. Une approche bottom-up 24

6. COÛTS UNITAIRES DES SERVICES ET COÛTS DE LA TERMINAISON D'APPEL 25

III. CONSIGNES EN VUE DE LA COLLECTE D'INFORMATIONS POUR L'ALIMENTATION DU MODÈLE 27

1. MODALITÉS DE COLLECTE 27
2. INFORMATIONS SUR LE RÉSEAU 28

a. Les nœuds 29
b. Les liens 35

3. INFORMATIONS SUR LE TRAFIC ET LES FACTEURS DE ROUTAGE 36
4. INFORMATIONS SUR LES COÛTS UNITAIRES 37
5. INFORMATIONS NÉCESSAIRE AU CALCUL DU COÛT DU CAPITAL 39
6. INFORMATIONS COMPTABLES 42
7. INFORMATIONS DIVERSES 42
8. ALIMENTATION DU MODÈLE 42
9. CONCLUSION 43

IV. GUIDE DÉTAILLÉ D'UTILISATION DU MODÈLE 45

1. ONGLET MENU, INTERFACE 45

a. Intitulé et usage du classeur 45
b. Choix des langues 46
c. Barre d'outil de l'onglet Menu 46
d. Autres boutons de l'onglet Menu 47
e. Barres de navigation des autres onglets 49

2. ETAPES 50

a. Choix des langues (Language selection) 50
b. Définition de la nature du réseau (Network nature specification) 50
   - o Définition des éléments constituant le réseau et des services offerts par celui-ci (*Network elements and services specification*) : bas de la page menu 50

c. Trafic écoulé par service (Traffic per service) 52
   - o Données de trafic (*Traffic data*) : onglet Services 52
   - o Informations sur le gradient horaire (*Hourly gradient information*) : onglet Gradient 53

d. Données générales et financières (General and financial data) 54
   - o Eléments financiers généraux (*General financial elements*) : onglet Financial 54
   - o Ventilation des coûts sur les éléments du réseau (*Cost allocation on the network elements*) : onglet Breakdown 57

e. Facteurs de routage (Routing factors) 57
   - o Facteurs de routage des nœuds (*Node routing factors*) : onglet NodeRoutFacts 57
   - o Facteurs de routage des liens (*Link routing factors*) : onglet LinkRoutFacts 59

f. Reconstruction du réseau (Network reconstruction) 59

- Nœuds (*Nodes*) : onglets _Nodes 1..32 59
- Eléments de lien (*Link elements*) : onglets _LE 1..32 65
- Liens (*Links*) : onglet _Links 67

3. PRÉCISIONS SUR LE PASSAGE DES LIENS AUX ROUTES 68
4. RÉSULTATS (*RESULTS*) 68

a. Onglet Top-Down 68
b. Onglet Revenue 72
c. Résultats du modèle (Model results) : onglet Results 73

V. PILOTAGE DU MODÈLE (*MODEL STEERING*): ONGLET STEERING 77

- Zone contrôle 77
- Zone réconciliation 78
- Zone coût du capital 80
- Zone trafic 80
- Zone network 80
- Zone commentaires 81
- Zone ratios 81

VI. ADMINISTRATION 83

1. FAIRE ÉVOLUER LE MODÈLE 83

a. Gestion des langues 83
- Ajout d'une nouvelle langue 84
- Ajout de nouvelles cellules de texte, utilisation du menu contextuel 84
- Astuces de développement 85

b. Modification ou création de typologies de réseaux 86
- Ajout de nouveaux services 86
- Ajout de nouveaux nœuds, liens, éléments de lien 86
- Prédéfinition de typologies de réseau 86

c. Evolution des paramètres influant sur le trafic réel 87
d. Définition de nouveaux types de liaisons louées 87
e. Changement des facteurs de routage 88
f. Création de nouveaux éléments de réseau 89
- Nœuds 89
- Liens 90
- Eléments de lien 90

2. PROCÉDURES ET FONCTIONS VBA 92

g. Procédures concernant l'interface 92
- Procédures génériques 92
- Procédures de l'onglet Network 92
- Procédures de l'onglet Network 92

h. Autres modules 93
- Module Contextual_Menu 93
- Module Development_Modules 93
- Module Network_Workseet_Modules 94
- Module Shared_Modules 94

VII. INDEX 96

ABBREVIATIONS

Acronyme	Dévéloppé	Acronyme anglais
AN	Access Network ou Access Node, Réseau d'accès ou Noeud d'accès	AN
BLR	Boucle locale radio, Wireless Local Loop	WLL
BS	Base Station, Station de base	BS
BSS	Base Station System	BSS
BTS	Base Tranceiver Station	BTS
CAA	Commutateur à autonimie d'acheminement, Local Switch	LS
CDMA	Code Division Multiple Access	CDMA
CMILT	Coûts moyens incrémentaux de long terme	LRIC
CMPC	Coût moyen pondéré du capital	WACC
CO	Contrôleur-Concentrateur	CO
CN	Core Network – Réseau cœur	CN
CS	Circuit switched, Commutation de circuit	CS
FH	Faisceau herzien - Microwave	Mw
GSM	Groupe Spécial Mobile, Global System for Mobile Communications	GSM
GW	Gateway	GW
IGW	International Gateway	IGW
IP	Internet Protocol	IP
LL	Liaison louée, leased line	LL
Medaf	Modèle d'équilibre des actifs financiers	CAPM
MGW	Media Gateway	MGW
MMS	Multimedia Messaging Service	MMS
MSAN	Multi Service Access Node	MSAN
MSC	Mobile Switching Center	MSC
NGN	Next Generation Network	NGN
NSS	Network and Switching System	NSS
RAN	Radio Access Network	RAN
SDH	Synchronous Digital Hierarchy	SDH
SMS	Short Message Service	SMS
TA	Terminaison d'appel	CT
TRX	Tranceiver	TRX
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System	UMTS
URAD	Unité de raccordement d'abonnés distante	RSU
UTRAN	UMTS Terrestrial Radio Access Network	UTRAN

II. Principes de modélisation

Le modèle présenté a pour objectif de permettre d'évaluer les coûts de la terminaison d'appel sur un réseau donné. Ces coûts sont calculés comme des coûts moyens incrémentaux de long terme (CMILT). Cette partie rappelle sommairement les principes de base d'une modélisation bottom-up d'évaluation de tels coûts. Cette modélisation bottom-up est notamment requise lorsque les tarifs de terminaison d'appel doivent être orientés vers les coûts et qu'aucune comptabilité analytique ne permet de les approcher.

Un réseau de télécommunication se caractérise par la mise en œuvre d'éléments de réseau acquis auprès de fournisseurs, installés et exploités pour ou par un opérateur de réseau. Ces éléments de réseau sont déployés au sein d'une architecture pour assurer la prestation d'un portefeuille de produits. Ce portefeuille comprends de nombreux produits au sein desquels les services de terminaison d'appel sur le réseau en question.

Le modèle évalue la formation des coûts engendrés par l'exploitation du réseau pour produire les services du portefeuille offert par l'opérateur. Il se caractérise d'abord par la nomenclature des services offerts et par la nature des éléments de réseau mis en œuvre au sein de l'architecture retenue pour le réseau considéré.

Les principes de la modélisation sont les suivants, une fois établi la liste des services offerts et des éléments de réseau déployés:

1. Déterminer le trafic que le réseau doit écouler pour chaque service offert; convertir les unités de trafic de chaque service dans une unité commune, à savoir en Mbits de façon à pouvoir agréger tous les trafics;
2. Charger les éléments de réseau du trafic qu'ils doivent écouler, tous services confondus, grâce à une affectation du trafic sur les éléments de réseau par le biais de facteurs de routage indiquant quels éléments de réseau, en moyenne, une unité de trafic d'un service donné emprunte;
3. Dimensionner en conséquence les éléments de réseau de façon à ce qu'ils puissent écouler le trafic qu'ils supportent à l'heure chargée;
4. Evaluer le coût d'investissement et d'exploitation de chaque élément de réseau ainsi dimensionné, et en déduire son coût économique grâce à l'utilisation d'un coût du capital;
5. Déterminer le coût de traversée d'un élément de réseau par unité de trafic cumulée;
6. Evaluer le coût de chaque service en cumulant, grâce à nouveau aux facteurs de routage, les coûts de traversée des éléments de réseau en proportion de leur utilisation par le service concerné, et notamment pour les services de terminaison d'appel.

Cette démarche est donc celle inscrite dans les modèles bottom-up d'évaluation des coûts de terminaison d'appel. Dans le modèle présenté ici, elle est complétée par une analyse top-down qui consiste à ventiler sommairement et analytiquement sur un seul niveau la comptabilité générale de l'opérateur de façon à encadrer les données issues du modèle. Ce cadrage comptable permet notamment de mieux fixer la part des coûts communs que le modèle ne sait pas apprécier autrement que par des mark-up sur les coûts des éléments de réseau.

L'explicitation de cette démarche est présentée dans ce qui suit avant de préciser le mode opératoire du modèle.

1. Les services offerts et leur trafic

La première étape consiste à identifier les services offerts par le réseau de façon à comptabiliser le trafic de ces services et la façon dont ils recourent aux éléments de réseau. Le modèle autorise la prestation de 64 services dont la distinction n'a de sens que s'ils empruntent des éléments de réseau différenciés. Sur ces 64 services possibles, 27 seulement sont pré renseignés. Ils correspondent aux services usuellement offerts sur les réseaux fixes, les réseaux mobiles ou les réseaux intégrés offrant à la fois des accès fixes et des accès mobiles.

On qualifiera de "on-net" les services de communication dont les correspondants sont raccordés au même réseau. On qualifiera de "off-net" les services de communication dont les correspondants sont raccordés à deux réseaux différents: les services off-net peuvent être sortants du réseau concerné ou entrants sur le réseau concerné (les appels entrant sont les appels dont les coûts de terminaison sont recherchés).

Sur les réseaux fixes, on distinguait autrefois les appels dont l'interconnexion (entrante ou sortante) se situe sur le commutateur de l'abonné d'origine ou de destination (fixe local), les appels dont l'interconnexion se situe dans la zone de transit du commutateur de l'abonné (simple transit) et les appels dont l'interconnexion se situe dans une autre zone de transit que celle du commutateur de l'abonné (double transit). Ces distinctions n'apparaissent plus pertinentes dans le contexte actuel des réseaux des pays émergents: d'une part, les réseaux fixes n'écoulent plus qu'une partie réduite du trafic, d'autre part, la distinction local-interurbain qui avait cours en matière de tarification a de moins en moins d'intérêt sur des marchés dominés par les mobiles où la tarification est unifiée géographiquement. Le modèle considère donc aujourd'hui que la TA sur les réseaux fixes est une TA unique, indifférente au point de livraison de l'appel par rapport à sa destination.

Si un service apparaît manquant, on affectera son trafic à un service dont les facteurs de routage seraient identiques. Si un tel service n'existe pas, il est toujours possible de rajouter un nouveau service, mais il faut alors renseigner les tables de facteurs de routage en conséquence.

On distingue dans cette nomenclature de services les services téléphoniques (voix) des services de messagerie (SMS et MMS) et des services data, et parmi ces derniers, des services empruntant un réseau commuté de ceux qui sont IP natifs.

La dénomination "mobile" retenue dans la nomenclature qui suit, qui réfère bien entendu aux réseaux mobiles GSM ou de génération suivante, peut parfois être comprise comme référant à un réseau wireless, éventuellement fixe: quand un opérateur fixe exploite un réseau d'accès radio (de type CDMA ou Wi-Max), celui-ci peut être modélisée à travers les équipements de boucle locale radio présents dans le modèle et les services "mobiles" présents dans la nomenclature qui suit. Les choix effectués en la matière impacteront la classification du trafic et la détermination des facteurs de routage.

Ces services sont les suivants:

1. Voix on-net
   Il s'agit ici de tous les services téléphoniques on-net offerts par le réseau considéré, qu'il soit fixe ou mobile, quel que soit le mode ou le réseau d'accès. On ne distingue plus la destination de l'appel sur le réseau, local ou interurbain, ni la nature du réseau d'accès du destinataire (fixe, radio ou mobile).

2. Service 2
3. Service 3
4. Service 4
5. Service 5
6. Service 6
7. Service 7
8. Service 8
9. Service 9:
   en réserve

10. Voix sortant de mobile
    Service off-net des réseaux mobiles, quel que soit la technologie utilisée (2G, 3G)
11. Voix sortant de fixe
    Service off-net des réseaux fixes, quel que soit la technologie d'accès utilisée (fixe, radio).
    Pour ces deux types de service, il peut exister plusieurs points d'interconnexion, notamment vis-à-vis des réseaux fixes, si la tarification de l'interconnexion conduit les opérateurs à optimiser les points de livraison du trafic. On adaptera les facteurs de routage selon les situations rencontrées.

12. Service 12
13. Service 13
14. Service 14
15. Service 15
16. Service 16
17. Service 17
18. Service 18
19. Service 19:
    en réserve

20. Voix entrant vers mobile
    Services de terminaison sur un réseau mobile en provenance d'un autre réseau fixe ou mobile.
21. Voix entrant vers fixe
    Services de terminaison sur un réseau fixe en provenance d'un autre réseau fixe ou mobile.

22. Service 22
23. Service 23
24. Service 24
25. Service 25
26. Service 26
27. Service 27
28. Service 28
29. Service 29:
    en réserve

30. Voix sortant mobile à gw internationale
    Ces services sont les services d'acheminement du trafic international d'un réseau mobile (vers la gateway internationale propre à l'opérateur concerné) du trafic international de ses abonnés. Si le trafic international est acheminé via un autre opérateur, le service doit être comptabilisé dans les services sortant vers un autre réseau.
31. Voix sortant fixe à gw internationale
    Idem mais pour les services d'acheminement du trafic international d'un réseau fixe
32. Voix entrant de gw internationale vers mobile
33. Voix entrant de gw internationale vers fixe
    Services internationaux entrants sur le réseau de la gateway internationale du même réseau,

symétriques des services 30 et 31.La gw internationale doit appartenir au réseau considéré.

34. Service 34:
en réserve

35. Transit domestique
Il s'agit ici des services de transit domestique téléphoniques entre deux autres opérateur, fixes et/ou mobiles.

36. Voix transit vers gw internationale
37. Voix transit de gw internationale
Il s'agit ici du trafic reçu d'autres opérateurs domestiques pour un acheminement international ou inversement, soit sortant (vers gateway internationale) soit entrant (de gateway internationale).

38. Service 38:
39. Service 39:
en réserve

40. Data commutée vers Internet
Services de transmission de données offertes entre réseaux empruntant partiellement le réseau conjoint voix-data. Il s'agit notamment des accès internet bas-débit sur réseau fixe recourant au réseau commuté.
41. Data commutée d'Internet

42. SMS on net
43. SMS sortant
44. SMS entrant
45. MMS on net
46. MMS sortant
47. MMS entrant
Trafics SMS et MMS on-net et off-net (sortant et entrant, que ce soit sur réseau fixe ou mobile (ou intégré).

48. Trafic de données, mobile ou radio
Certains accès sur les réseaux fixes (ADSL, CDMA ou WiMax) ou sur les réseaux mobiles 3G autorisent un trafic data écoulé directement vers les réseaux data. Ce trafic s'exprime généralement en Mbps.

49. Service 49
En réserve

50. Voix appels payants vers plate-forme de service (CRM, prepaid…)
51. Voix appels gratuits vers plate-forme de service (CRM, prepaid, relevés de compte, consultation des boites vocales …)
52. Voix appels de service (consommation d'exploitation, appels d'urgence)
Ces trois services sont des services d'appels vers des plates-formes de services pour les deux premiers, payants ou gratuits, sur réseaux fixes, mobiles ou intégrés. Il s'agit des appels (utilisant des circuits commutés – pour les appels SMS de même fonction, les comptabiliser avec les appels SMS on-net) vers les plates-formes de messagerie vocale, vers les plates-formes de prépaiement (pour rechargement des comptes, consultation des comptes, transferts de crédits etc.), vers les plates-formes de relation client ou vers toute autre plate-forme de service assurant une fonction au sein du réseau. Les appels de service sont les appels téléphoniques utilisés par l'opérateur pour sa propre exploitation. Ces appels viennent principalement du réseau (appels on-net), mais peuvent venir également d'autres réseaux (domestiques ou internationaux), notamment pour les appels orientés vers les messageries vocales (appels non aboutis). Les appels de consultation des messageries vocales sont inclus dans le service 51 si cette consultation est gratuite.
On comptabilisera ici parmi les services 52(consommation d'exploitation) les appels d'urgence dont l'acheminement est exigé par les cahiers des charges des opérateurs (vers les services de pompiers, de secours, de police, etc.).

53. Service 53
54. Service 54
55. Service 55
56. Service 56
57. Service 57
58. Service 58
59. Service 59:
    En réserve

60. Liaisons louées à d'autres opérateurs (eq. E1)
61. Liaisons louées aux réseaux de données et aux télédiffuseurs (eq. E1)
62. Liaisons louées aux clients finaux (publics et privés - eq. Mb/s)
    Les liaisons louées offertes aux clients de l'opérateur modélisé (et non celles que loue à d'autres opérateurs le réseau considéré) se classent en trois catégories:
    1- les liaisons louées aux autres opérateurs fixes et mobiles pour l'exploitation de leurs réseaux téléphoniques, de façon à relier leurs nœuds (BSC-BTS par exemple), mais aussi les liaisons d'interconnexion entre réseaux
    2 – Les liaisons louées aux opérateurs de réseaux de données ou de réseaux de radio/télédiffusion
    3 – les liaisons louées à des clients finaux, qu'il s'agisse de clients publics (administrations, police, armée…) ou de clients privés (banques, transporteurs, commerces…).
    La capacité de ces liaisons s'exprime en Mbits/s ou Mbps ou Mb/s (un E1=2Mb/s)

63. Service 63
64. Service 64
    En réserve

Quand un service ne semble pas apparaître dans cette nomenclature, il faut s'interroger sur sa similitude avec un service présent du point de vue de son occupation du réseau. Ainsi, un appel international reçu par un autre réseau et à destination du réseau étudié, sera livré vraisemblablement au même point d'interconnexion qu'un appel entrant domestique sur ce réseau: le trafic correspondant sera donc placé sur les appels entrants domestiques.

Dans les feuilles où les services apparaissent, les services non utilisés (en réserve) sont masqués.

Pour chacun de ces trafics, le modèle demandera le volume de trafic dans l'unité dans lequel il est disponible (et généralement facturé). Ce sera en minutes pour les appels téléphoniques, en nombre de messages pour les SMS et MMS, etc. Ces unités seront converties en Mb au moyen d'une clé de conversion qui tiendra compte des technologies de compression éventuellement utilisées sur les principales artères de transmission. On considérera généralement que les appels phoniques transitent sur les réseaux fixes et mobiles à un débit de 64 kbps (soit un taux de conversion par minute en Mb de 64*60/1024=3.75).

- **Trafic de roaming**

Le trafic de roaming des abonnés du réseau concerné sur d'autres réseaux étrangers (outbound ou roaming out) ne sera pas considéré, puisqu'il n'emprunte pas l'infrastructure de réseau de l'opérateur considéré. Par contre, le trafic de roaming d'abonnés d'opérateurs étrangers empruntant le réseau considéré (inbound) sera comptabilisé comme trafic on-net s'il est à destination d'abonnés du réseau ou comme trafic off-net (sortant-outgoing) s'il est à destination d'abonnés de réseaux tiers, domestiques ou internationaux. Si cette précision n'est pas fournie, on considérera le trafic de roaming in comme du trafic sortant selon les cas, vers

un autre réseau mobile ou vers l'international, selon les caractéristiques des utilisateurs du roaming (hommes d'affaires ou touristes)[1].

- **Liaisons louées**

Les liaisons louées sur le réseau de l'opérateur étudié, à des clients externes ou pour ses propres besoins, forment des services vendus au même titre que les services commutés et occupent des capacités sur le réseau. Elles doivent donc être considérées à ce titre dans un tableau listant les services offerts par l'opérateur. C'est la raison d'être des services 60 à 62 de la liste ci-dessus.

Note: les liaisons achetées à d'autres opérateurs sont intégrées dans les dépenses et sont traitées dans la feuille "financial".

Pour assister la collecte du parc de liaisons louées, et notamment ne pas en oublier, une collecte spécifique est prévue en bas de la feuille "services". Cette collecte vise à récupérer l'ensemble des liaisons spécialisées utilisant le réseau d'accès et le réseau cœur de l'opérateur. Quatre catégories de liaisons louées sont considérées:

- Les liaisons louées à des clients finaux. Il s'agit en général d'entreprises ou d'administrations appartenant à différents secteurs d'activité (Banques, assurances, transports, distributions, administrations publiques, armée, police…)
- Les liaisons louées aux entreprises de radio-télédiffusion
- Les liaisons louées à d'autres opérateurs publics de télécommunications. Il s'agit ici de toutes les liaisons offertes aux autres opérateurs, pour l'interconnexion des réseaux ou pour le déploiement de leurs réseaux (liens de desserte de BTS, liens pour backbone...)
- Les liaisons louées à d'autres activités de l'opérateur étudié, non comprises dans le champ considéré dans le modèle (Réseaux de données (IP, X25, FR…), réseaux de messages (Telex…), etc.)

Pour chaque liaison identifiée dans une de ces quatre catégories, on recueillera la capacité offerte, exprimée en E1 si la capacité est inférieure à un STM1, ou en STM1 si la capacité louée est supérieure à un STM1. On fournira également la longueur de cette liaison (en kilomètres, hors boucle locale (distance faible quoiqu'il arrive).

- **Facteur de conversion pour les liaisons louées**

Pour ce qui est des liaisons louées, le taux de conversion devra faire l'objet d'une attention particulière: un petit module assiste son calcul en lignes 98 à 106 de la feuille "services".

Pour effectuer ce calcul, on part des recettes des liaisons louées (dans n'importe quelle monnaie) et de la capacité offerte correspondante en E1, unité de mesure la plus fréquente (2 Mb/s). On obtient alors une recette par E1 notée r. Pour convertir la capacité offerte en volume de trafic écoulé, on part de la tarification de la minute longue distance sur le réseau (exprimée dans la même monnaie que les recettes des liaisons louées) notée p: la recette moyenne par E1, divisée par 30 (le nombre de canaux téléphoniques d'un E1) fois le prix de la minute longue distance donne le volume de minutes équivalentes facturées par canal téléphonique, qui multipliées par 3.75 (facteur de conversion du temps en Mb/s)*15 (nb de canaux dans un Mb/s), fournit un facteur de

[1] Attention: le roaming in à considérer ici est fréquemment considéré comme du trafic sortant par les opérateurs, car en matière de recettes, ce trafic est facturé aux opérateurs tiers comme du trafic entrant. En matière de routage, ce trafic est assimilable à du trafic émis depuis le réseau (sortant).

conversion en Mb/s. Ainsi, si la recette annuelle d'un E1 est 120 000 fois le prix de la minute longue distance, On considérera qu'il est chargé de 120 000 minutes pour 30 canaux, soit 120 000/30 par canal téléphonique ou 4 000 minutes (soit 4 000/525 600 [365*24*60mn]=0.8% d'occupation du canal). La minute étant convertie en 3.75 Mbits, le Mb/s sera converti par le facteur 3.75*15=56.25. Au total, le Mb/s sera converti en Mbits par le facteur (r/p)*(15/30)*3.75=1.875*r/p.
Un E1 a une capacité potentielle de 525600*30=15 768 000 minutes. En matière d'interconnexion, on considère qu'un E1 (type BPN ou LRO) est chargé à 2.8 millions de minutes, soit une occupation de 17.75%. On considérera ici que le facteur de conversion peut se situer entre 5 et 15%, soit entre 0.8 et 2.4 millions de mn par E1, soit 0.4 et 1.2 million de minutes par Mb/s, c'est-à-dire entre 1 500 000 et 4 500 000 Mbits par Mb/s.
Par défaut, le facteur de conversion est pris égal à 2 000 000.
Une assistance à ce calcul est fournie en bas de la feuille "services" [cellules C98-F107]

La connaissance du trafic est essentielle à une bonne évaluation des coûts d'interconnexion. Le trafic forme en effet le diviseur des coûts et a en ce sens un impact particulièrement important sur le résultat final.

Le trafic à prendre en compte est celui qui peut être écoulé par le réseau tel qu'il sera décrit dans le modèle. En général, on retient lors de l'année n+1 de modéliser le réseau en service en fin d'année n, notamment pour pouvoir rapprocher les données du modèle de celles de la comptabilité de l'exercice n. Or, le trafic généralement disponible est le trafic cumulé de l'année n. Il est inférieur à celui de la fin d'année si le réseau est en croissance, et supérieur si le réseau est en décroissance. Pour arbitrer ce décalage entre l'offre de capacités du réseau en fin d'année n et le trafic moyen de l'année n, il sera procédé comme suit:

- le trafic annuel renseigné sera le trafic de l'année n. Cela permettra éventuellement de vérifier la pertinence du trafic fourni, par exemple à l'aide de ratios du chiffre d'affaires par type de service sur le trafic correspondant.
- néanmoins, pour évaluer correctement la charge supportée par le réseau, on entrera dans la feuille services un taux d'accroissement permettant de récupérer dans les calculs de charge le trafic de fin de période. Il est nécessaire pour cela de disposer des trafics de fin de période (décembre par exemple) et d'entrer comme augmentation le ratio trafic décembre/moyenne du trafic annuel (ou trafic décembre*12/trafic annuel). Si le trafic de décembre (ou du dernier mois de l'exercice sur lequel s'opère la modélisation) apparaît atypique pour une raison particulière (présence d'événements exceptionnels ou de fêtes à fort impact sur le trafic – ramadan par exemple), on retiendra pour ce calcul le trafic annualisé des trois derniers mois de l'exercice.

On entrera donc comme données de trafic le trafic de l'année n (somme du trafic des douze mois) en colonne E dans la feuille services et on introduira dans la colonne M, le taux de croissance (ou de décroissance) de la période cible (mois de décembre ou mois moyen du dernier trimestre) par rapport au trafic mensuel moyen de l'année n.

La validité des données de trafic sera appréciée notamment par réconciliation des trafics échangés avec d'autres réseaux: cette réconciliation peut être mauvaise (le trafic sortant de A vers B déclaré par A est sensiblement différent du trafic entrant de A vers B déclaré par B – sensiblement veut dire présentant un écart supérieur à 1-2%); il conviendra alors d'approfondir les raisons de ces écarts et éventuellement de retenir une règle de validation du trafic.

La distinction de deux services n'a de sens que s'ils génèrent une utilisation différente du réseau, c'est-à-dire en substance, si leurs facteurs de routage sont différents. Si deux services ont des facteurs de routage semblables (ou qui ne peuvent pas être différenciés), alors, ils

peuvent être regroupés sous une même rubrique sans conséquence pour la modélisation. Si donc un service apparaît manquant dans la nomenclature proposée, son trafic peut être regroupé avec un service dont les facteurs de routage seront identiques. Si un service apparaît manquant avec des facteurs de routage spécifiques, il est possible d'utiliser un intitulé en réserve à condition de bien spécifier les facteurs de routage de ce service dans les tables de routage. Le modèle apparait de ce point de vue avec 64 possibilités de service extrêmement flexible.

Au-delà du volume de trafic qui sera spécifié en partie 3 (informations sur le trafic et les facteurs de routage), le modèle réclame quelques autres informations sur le trafic qui seront spécifiées dans la partie mise en œuvre du modèle.

2. Architecture et éléments de réseau

Un réseau est constitué d'une architecture agençant des éléments de réseau. Ces éléments de réseau sont en général acquis auprès de fournisseurs extérieurs (équipementiers). Ils sont installés par l'opérateur ou par le fournisseur. Ils sont mis en œuvre (opérés et maintenus) par l'opérateur ou par un tiers prestataire de services (qui peut être par exemple l'équipementier qui les a fournis).

On distingue deux grandes catégories d'éléments de réseau: ceux qui nous qualifions de nœuds et ceux que nous qualifions de liens. Les nœuds (nodes) sont les éléments de réseau qui "aiguillent" les appels/messages… sur des routes joignant ces nœuds. Les liens (links) sont des éléments de réseau basés sur une technologie particulière qui permettent d'assurer la transmission requise par les services sur les routes entre les nœuds. Il nous faut bien distinguer les liens des routes.

Les routes caractérisent la relation entre deux nœuds, comme présenté dans la matrice suivante:

	Nœud A	Nœud B	Nœud C
Nœud A	Route A-A	Route A-B	Route A-C
Nœud B	Route A-B	Route B-B	Route B-C
Nœud C	Route A-C	Route B-C	Route C-C

Les routes ne sont pas fléchées (route A-B et route B-A sont les mêmes). Ainsi, si le nœud A est formé des BTS d'un réseau mobile et le nœud B des contrôleurs de ce réseau (BSC), alors la route A-B est la route BTS-BSC.

Les liens sont les dispositifs techniques qui supportent les routes. Il s'agit principalement des liaisons en fibre optique, des liaisons hertziennes, des satellites et leurs infrastructures associées qui offrir des capacités aux différentes routes, selon une matrice du type suivant:

	Lien 1	Lien 2	Lien 3
Route A-B	x		
Route B-C	x	x	
Route A-C		x	x

Si le lien 1 est constitué de faisceaux hertziens, alors, la route A-B ne recoure qu'aux faisceaux hertziens.

A un niveau plus élémentaire, un lien sera constitué de plusieurs trajets ou tronçons qui permettront de le décrire. Ainsi, une fibre optique pourra être décrite selon ses tronçons, qui découpent le lien en unités élémentaires.

Nous retenons donc le vocabulaire suivant:

Terme	Définition	Exemple	Traduction anglaise utilisée
Route	Relie deux nœuds du réseau	Route entre une BTS et un BSC	Route
Lien	Supporte des routes multiples, basé sur une technologie	Boucle SDH en fibres optiques reliant des BSC et MGW	Link
Tronçon - trajet	Découpe d'un lien	Un bond d'un FH	Section - Path

Le modèle accepte 32 nœuds et 32 liens ainsi que 32 routes. Il ne comprend pour le moment que le développement de 16 nœuds et 7 liens, chaque élément de réseau faisant l'objet d'une feuille de calcul dans le modèle, structuré de façon voisine. Néanmoins, chaque élément de réseau nécessite une programmation particulière de son dimensionnement, de ses coûts. Toute introduction d'un nouvel élément de réseau suppose donc une programmation spécifique du modèle.

Si l'on reprend l'évolution technologique des réseaux mobiles, le modèle peut couvrir actuellement les générations coloriées en jaune:

Génération	1G	2G	2.5 & 2.75 G	3G (IMT 2000)	3.5 & 3.75 & 3.9 G	4G (IMT Advanced)
Première ouverture	1978-1981	1991	2000 (GPRS) et 2003 (EDGE)	2001	2008	2012
Analogique	NMT, DataTac, RC2000, C-NETZ, Hicap (Jap)					
Famille AMPS	AMPS, TACS	D-AMPS (IS54 - IS136)				
Famille GSM/3GPP		GSM, DCS 1800	HSCSD, GPRS, EDGE	W-CDMA (UMTS), TD-SCDMA	HSDPA, HSUPA, HSPA, LTE (HSOPA = E-UTRA)	LTE Advanced
Famille WiMax					WiMAX (IEEE 802.16e-2005)	IEEE 802.16m
Famille 3GPP2		CDMA One (IS 95)	CDMA 2000 1xRTT (IS 2000)	CDMA 2000 1xEV (IS 856)	EV-DO, UMB	>LTE
Autres		DECT, PDC	WiDEN			

Pour ce qui concerne les familles WiMax et 3GPP2, le modèle les considère uniquement comme boucle locale radio de réseaux fixes, sans mobilité.

Les nœuds présents dans le modèle sont les suivants:

#	Nom français	Nom anglais	Fonction
1	URAD - MSAN	RSU - MSAN	Unité de raccordement d'abonnés distants
2	CAA	LS	Commutateur à autonomie d'acheminement
3	CT - CTI	TS - IS	Commutateur de transit, commutateur international
4	IGW	IGW	Gateway internationale
5	BS WLL	BS WLL	Accès radio (BLR) généralement CDMA
6	BSC WLL	BSC WLL	Contrôleur des accès des réseaux WLL
7	BS Wimax	BS Wimax	Accès radio Wimax
8	BSC Wimax	BSC Wimax	Contrôleur des accès des réseaux Wimax
11	BTS	BTS	Accès du réseau GSM (2G)
12	BSC	BSC	Contrôleur des accès de réseaux GSM (2G)
13	MSC	MSC	Commutateur d'abonnés mobiles
14	GMSC	GMSC	Commutateur gateway de réseau mobile
15	NodeB	NodeB	Accès des réseaux 3G (UMTS)
16	RNC	RNC	Contrôleur des accès de réseaux 3G
17	MGW	MGW	Media Gateway
17	MSC Server	MSC Server	Serveur d'appels (Softswitch ou MGW Controller)
28	SMSC	SMSC	Serveur de SMS

La caractérisation des nœuds d'un réseau est indépendante de la caractérisation des services offerts sur ce réseau: en fonction de la disponibilité des données (notamment de trafic), on arbitrera de telle façon à pouvoir renseigner les facteurs de routage.

Les liens présents dans la modèle sont les suivants:

#	Nom français	Nom anglais	Fonction
1	SDH	SDH	Electronique de transmission sur réseau optique
2	Câbles de fibres optiques	Optic fiber cables	Infrastructure de transmission optique
3	Faisceaux hertziens	Microwave links	Electronique de transmission sur réseau hertzien
4	Pylônes	Masts	Infrastructure de transmission hertzienne
5	Conduites	Pipes	Infrastructure de transmission filaire
6	Satellite	Satellite	Capacités de transmission sur satellites
7	Sites de commutation : part allouée à la transmission	Switching sites : part allocated to transmission	Infrastructures d'hébergement dédié à la transmission

Le modèle admet 32 liens, mais également 32 routes potentielles reliant donc les 32 nœuds potentiels.

On trouvera en partie III-2 le détail des informations requises pour chaque élément de réseau.

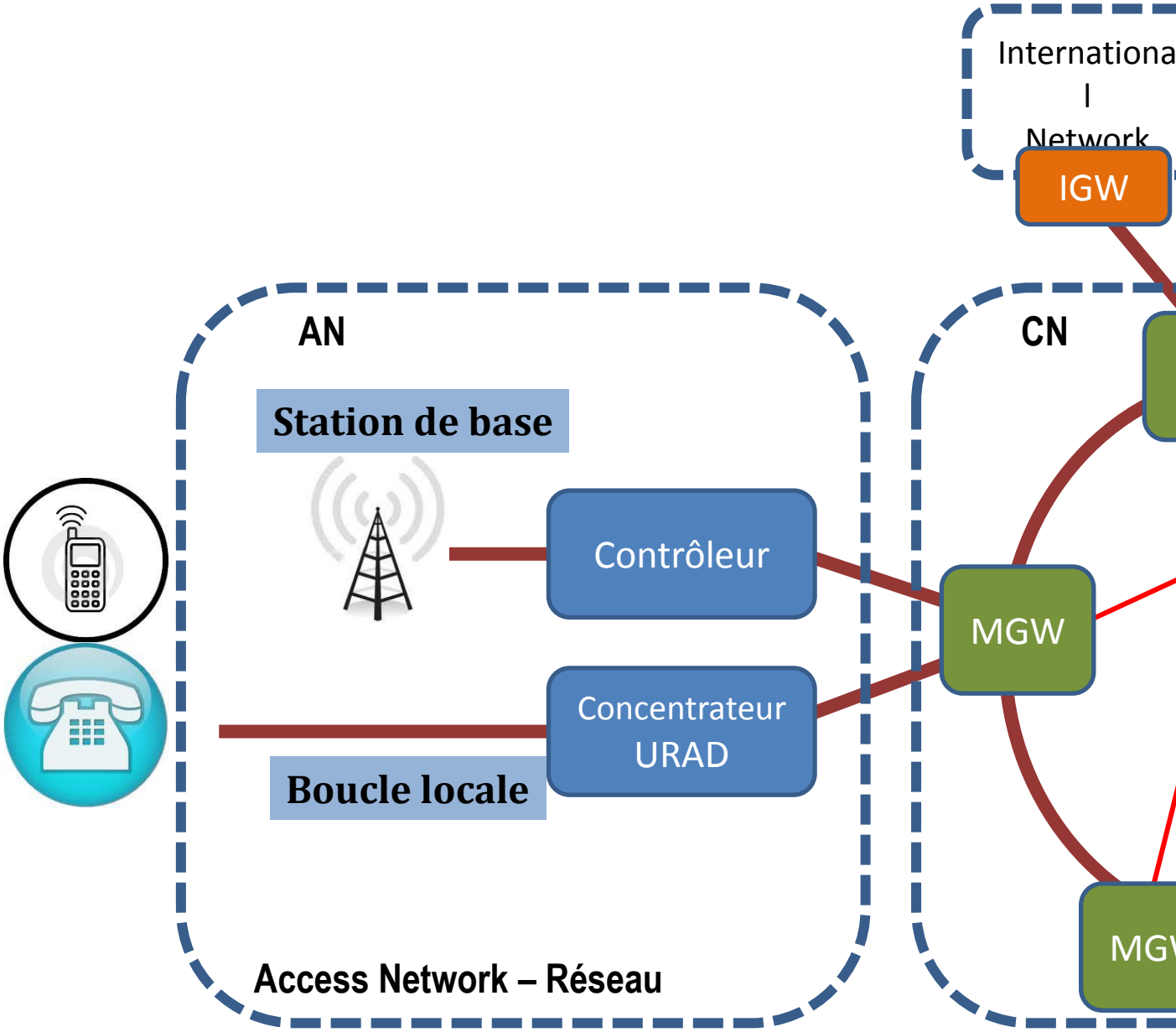
Ces éléments de réseau s'assemblent au sein de deux réseaux qui se complètent:

- Des réseaux d'accès (Access Networks – AN)
- Des réseaux cœur (Core Networks – CN).

Les réseaux d'accès (AN) peuvent être radio (RAN) ou filaires, fixes ou mobiles. Ils comprennent généralement deux composantes, des équipements de raccordement (local loop en cuivre par exemple, ou en fibre, et stations de base pour les accès radio) et des équipements de contrôle et de concentration, des contrôleurs de stations de base par exemple ou des unités de raccordement distantes (URAD, MSAN).

Les stations de base d'un accès radio ou mobile peuvent appartenir à différentes technologies (WLL-CDMA, Wimax, GSM 2G, 3G, LTE…). Chacune de ces technologies suppose son propre contrôleur, qui peut présenter une compatibilité ascendante.

Figure 1 - Architecture simplifié d'un réseau NGN – domaine circuit



Le cœur du réseau, qui interconnecte les réseaux d'accès (et les autres réseaux, dont les réseaux internationaux), est aujourd'hui composé d'équipements assurant la connectivité (mediagateway – MGW) et de serveurs contrôlant la prestation de services (par exemple des MSC Servers ou de façon plus générique des MGW Controller). Les connexions internationales ou avec d'autres réseaux domestiques se font à partir de MGW.

Dans les réseaux GSM, le réseau d'accès était appelé BSS (Base Station Subsystem) et le réseau cœur le NSS (Network and Switching System). Dans les réseaux 3G, on parle plus volontiers de Radio Access Network (RAN) et plus précisément de UTRAN (UMTS (ou Universal) Terrestrial Radio Access System). La répartition des fonctions dans les équipements change sensiblement avec les générations technologiques, allant dans le sens d'une plus grande intégration. Ainsi, dans le réseau d'accès des réseaux GSM 2G, entre les

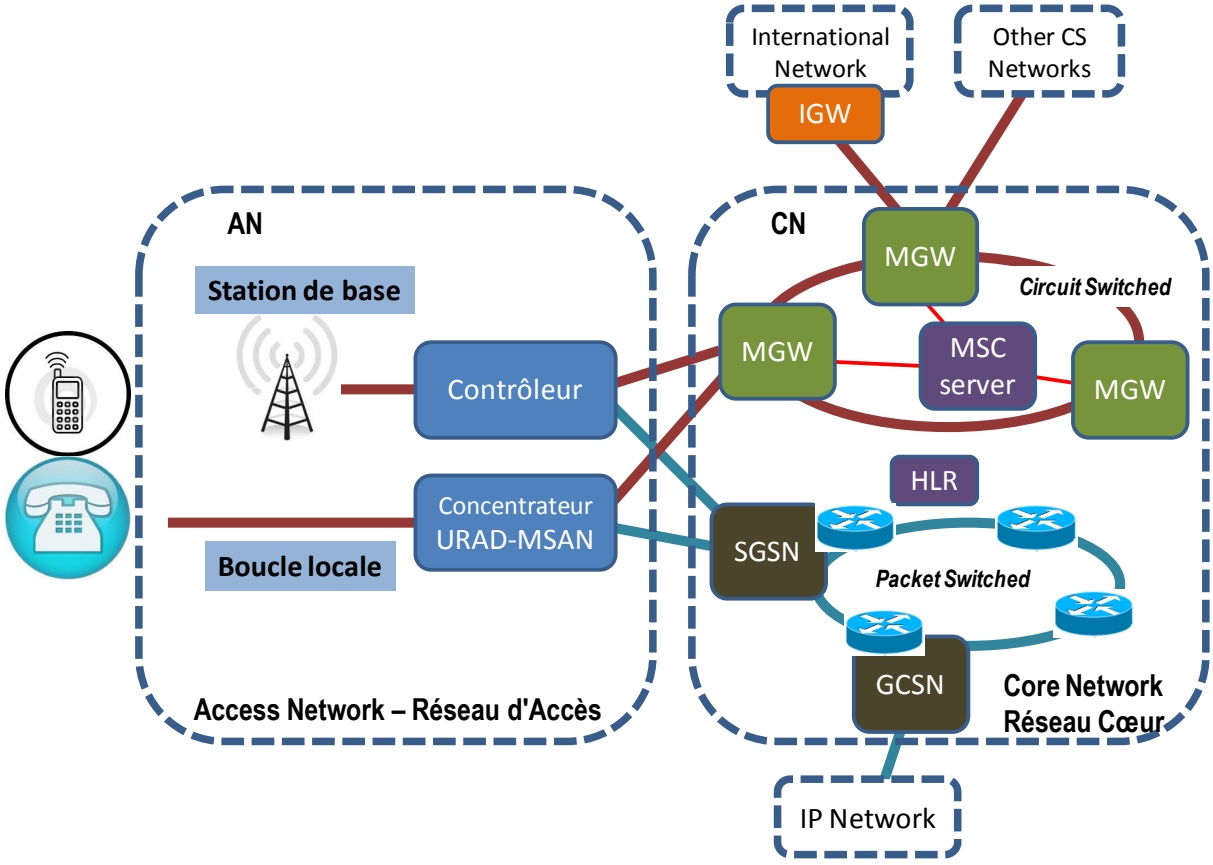
contrôleurs et le cœur du réseau, existaient des TC (Transcoder) aujourd'hui généralement intégrés dans les contrôleurs.

Dans le cœur du réseau, les fonctions assurées par les mediagateways et les serveurs téléphoniques (softswitch ou MSC-Server) étaient assurées dans des équipements de commutations traditionnels dénommés centraux (Centraux à autonomie d'acheminement sur les réseaux fixes, et MSC sur les réseaux mobiles). Ces centraux étaient en nombre importants. La dissociation fonctionnelle permet de réduire drastiquement le nombre de serveurs (ou contôleurs) de gateways qui assurent l'acheminement ou le routage sans se soucier de la nature des services concernés.

La transmission nécessaire pour relier ces équipements nodaux entre eux peut également se scinder en deux parties: le backhaul assure la transmission de capillarité au sein du réseau d'accès, et le backbone assure la transmission maillée au sein du réseau cœur.

Le schéma ci-dessus est un schéma qui concerne le réseau commuté circuit. Les media gateway sont des CS-MGW (Circuit switched media gateways) pour l'acheminement de la voix. Les réseaux 3G conservent encore assez largement cette distinction, qui disparaitra peu à peu dans les architectures 4G. A côté de ce réseau dédié aux communications téléphoniques commutées, se déploie donc un autre réseau, de plus en plus conséquent, dédié à la transmission de données, réseau constitué historiquement pour écouler le trafic des services GPRS.

Figure 2 - Architecture simplifié d'un réseau NGN – domaine circuit et données



Dans ce contexte, les contrôleurs ou concentrateurs sont reliés à un deuxième type de réseau, permettant d'écouler le trafic de données. Le point d'entrée est formé du SGSN, derrière lequel se déploie un réseau de données de type IP. A terme, les deux composantes de ce cœur de réseau vont fusionner. Dans sa version actuelle, le modèle ne modélise pas la partie data du réseau cœur.

Le nombre de routes (qui relient des nœuds) retenues dans le modèle a été revu à la baisse. Pour réduire la complexité du modèle au fur et à mesure qu'augmentent les nœuds pris en compte, nous avons classé les nœuds en trois catégories:
a. les **nœuds d'accès (AN)**, c'est-à-dire toutes les stations de base (BS WLL [5], BS Wimax [7], BTS [11], Node B [15])
b. les **contrôleurs ou concentrateurs (CO)** (URAD-MSAN [1], BSC WLL [6], BSC Wimax [8], BSC [12], RNC [16]
c. les **nœuds du réseau cœur (CN)** (CAA [2], CT-CTI [3], MSC [13], GMSC [14], MGW [17], MSC Server [18]
d. les **nœuds d'interconnexion internationale (IGW** [4])

Cette classification permet de ne retenir que quatre types de routes:

Classe de nœud	AN	CO	CN	IGW
Nœuds d'accès (AN)		AN-CO		
Contrôleurs – Concentrateurs (CO)			CO-CN	
Nœuds du cœur de réseau (CN)				CN-CN
Nœuds d'interco internationale (IGW)			CN-IGW	

Nous définissons ainsi quatre types de routes:
a. AN-CO: des nœuds d'accès aux contrôleurs-concentrateurs (partie capillaire du backhaul)
b. CO-CN: des contrôleurs-concentrateurs au réseau cœur (partie transport du backhaul)
c. CN-CN: entre nœuds du réseau cœur (backbone)
d. CN-IGW: du réseau cœur vers les points d'interconnexion aux réseaux internationaux

Il s'agit évidemment d'une représentation simplifiée et réductrice du réseau. Certaines artères du réseau cœur peuvent desservir des contrôleurs, voire des nœuds d'accès. Mais, cette simplification, qui alloue les liens à ces types de route de façon exclusive, ne modifie guère les coûts finaux des services.

3. Les matrices de facteurs de routage

Les facteurs de routage sont les facteurs qui permettent d'allouer le trafic de chaque service sur les nœuds et les routes. Un facteur de routage est le nombre moyen de passage d'une unité de trafic moyenne d'un service donné sur un nœud ou une route. Il s'agit en fait de deux matrices, une qui lie les services aux 32 nœuds potentiels et une qui lie les services aux 32 routes potentielles.

Ces deux matrices se présentent de la façon suivante:

	Nœud A	Nœud B	Nœud C
Service 1	Facteur 1/A	Facteur 1/B	Facteur 1/C
Service 2	Facteur 2/A	Facteur 2/B	Facteur 2/C
Service 3	Facteur 3/A	Facteur 3/B	Facteur 3/C

	Route A	Route B	Route C
Service 1	Facteur 1/A	Facteur 1/B	Facteur 1/C
Service 2	Facteur 2/A	Facteur 2/B	Facteur 2/C
Service 3	Facteur 3/A	Facteur 3/B	Facteur 3/C

Le facteur x/Y représente le nombre moyen d'emprunts du nœud Y ou de la route Y par le service x. Les facteurs de routage s'appliquent aux nœuds et aux routes, mais ne peuvent s'appliquer directement aux liens dont les coûts sont calculés. Une étape supplémentaire est donc nécessaire en ce qui concerne les liens, par rapport aux nœuds: il est en effet nécessaire de déverser les coûts des liens sur les routes de façon à pouvoir évaluer le coût des routes qui sont chargées par le trafic.

Les liaisons louées n'empruntent pas les nœuds, mais uniquement les routes.

Les deux feuilles consacrées aux facteurs de routage n'affichent d'intitulés que pour les services qui ont été renseignés avec un trafic non nul. Des facteurs de routage sont calculés par défaut, mais pas de façon systématique: il faut donc bien valider les facteurs de routage pour les services qui les nécessitent. On peut introduire un facteur de routage non renseigné ou modifier la valeur de out facteur de routage précalculé par l'introduction d'une valeur dans la case verte à l'intersection du service i et du nœud ou de la route X. En général, les facteurs de routage sont relativement simples (0, 1 ou 2): toutefois, dans un certain nombre de cas, le facteur de routage va prendre une valeur plus complexe située entre 0 et 2, voire au-delà de 2.

C'est le cas notamment des facteurs de routage entre CAA ou MGW dans un réseau fixe faiblement hiérarchisé (où les CAA font également office de centres de transit). Pour faciliter ce calcul, une feuille supplémentaire a été introduite dans le classeur, dénommée "routing". Cette feuille présente la matrice d'acheminement des 50 premiers CAA de la liste (et ne présente donc d'intérêt que pour des réseaux de faible taille – moins de 50 CAA). Cette matrice a pour élément i,j le nombre de commutateurs traversés pour aller du commutateur i au commutateur j: si les deux commutateurs sont reliés par un faisceau direct, ce nombre est de 2. Si pour joindre i à j, il faut passer par un troisième commutateur k, il faudra inscrire en i,j un facteur 3. Il faut donc réviser cette matrice pour éventuellement prendre en compte tous les couples de commutateurs qui ne disposent pas de faisceaux directs. Si deux commutateurs sont reliés par un niveau de transit, on considère au titre de cette matrice d'acheminement qu'ils sont reliés directement. Par défaut, tous les couples i,j sont pris égaux à 2.

Le même calcul est proposé pour les relations entre MSC.

Les facteurs de routage sont définis à une homothétie près. En effet, si a_{si} représente le facteur de routage du service s sur l'équipement i, la quantité de trafic qui lui sera affecté, si Q_s représente le trafic total par service, sera:

$$Q_i = \sum_s a_{si} Q_s$$

Pour obtenir un coût de traversée c_i, on divisera donc le coût C_i de l'équipement en question par Q_i:

$$c_i = \frac{C_i}{\sum_s a_{si} Q_s}$$

Le coût du service s sera donc:

$$c_s = \sum_i a_{is}.c_i = \sum_i a_{is} \frac{C_i}{\sum_s a_{si} Q_s}$$

De cette expression, on déduit que si $a_{is}=k.b_{is}$, alors, le coût du service s n'est pas modifié, le facteur k étant factorisable à la fois au numérateur et au dénominateur de l'expression ci-dessus.

4. Dimensionner le réseau

Si l'on connaît le trafic à écouler et la position des abonnés, on doit en principe pouvoir dimensionner de façon optimale les éléments du réseau susceptible d'écouler ce trafic.

Une telle optimisation est toutefois délicate à opérer, car elle suppose un modèle d'ingénierie globale du réseau à partir de données très fines sur la distribution de population et d'activités et en faisant l'hypothèse que l'ensemble des usagers potentiels est effectivement équipé. Dans de nombreux pays en développement, la télédensité reste faible, notamment pour le fixe mais aussi pour le mobile, et optimiser le déploiement d'un réseau apparaît de fait impossible hors le cadre d'une stratégie commerciale.

Les modèles CMILT bottom-up reprennent alors la topologie existante du réseau telle qu'elle a été déployée par l'opérateur en ne cherchant à optimiser que quelques paramètres relativement mineurs, et notamment certaines capacités de transmission. La transmission optique est en effet modélisée de façon simplifiée par la création de boucles SDH reliant des nœuds de même type, ce qui est loin d'être le cas dans la réalité des réseaux.

Les années 2000 ont vu une profonde transformation des architectures de réseaux, d'une part par la multiplication de différents types de réseaux d'accès, et par l'apparition d'infrastructures de type NGN au cœur du réseau, qui se traduisent par un découplage plus poussé de l'acheminement du trafic de sa commande et contrôle, fonctions assurées jusque là encore majoritairement par des commutateurs classiques.

Le modèle abandonne donc peu à peu les équipements classiques, notamment de commutation. Il sera donc nécessaire d'ajuster le modèle aux nœuds présents, utiliser par exemple la feuille URAD pour des MSAN, etc.

La cohabitation d'architectures classiques et NGN pose la question de l'optimisation architecturale: dès qu'une ébauche d'architecture NGN se met en place, il est possible de remplacer tous les équipements "obsolètes" par de nouveaux équipements, par exemple remplacer les commutateurs anciens par des mediagateways, et reposer le contrôle des communications sur les MSC Server mis en service. On retient alors dans ce cas la topologie existante pour remplacer les équipements (chaque commutateur d'abonnés étant alors remplacé par un mediagateway).

Partant la plupart du temps des situations réelles, le modèle peut être alimenté à partir de listes descriptives d'éléments de réseau telles qu'elles sont sollicitées à travers un fichier spécifique de collecte d'informations en vue de l'alimentation du modèle. A partir de ces listes présentes chez la plupart des opérateurs, le modèle calcule les capacités et les coûts de façon systématique.

5. Evaluer les coûts d'investissement et d'exploitation

Une fois établies les listes fournissant pour chaque type d'élément de réseau les caractéristiques de chaque élément de réseau de ce type, et les moyens d'exploitation relatifs (notamment le personnel nécessaire à leur exploitation), il est possible de calculer le coût global du réseau en utilisant des coûts unitaires des équipement constitutifs de ce type d'élément de réseau.

La façon d'estimer ces coûts est simple dans son principe. Un élément de réseau suppose des coûts fixes (notamment le coût de site, mais également des coûts fixes liés à l'équipement lui-même) et des coûts variables, induits par des paramètres de capacité ou de performance, que l'on qualifiera d'inducteurs de coûts. Pour chaque élément de réseau, on retient certains paramètres de coût fixe et de coûts variables.

Ces coûts doivent être extraits des contrats industriels signés par l'opérateur en question. Une base de données par défaut est présente dans le modèle, elle doit faire néanmoins l'objet d'une actualisation après audit des contrats passés par un opérateur.

La définition et l'agrégation des coûts suivent un certain nombre de principes. L'orientation vers les coûts exigée dans de nombreuses réglementations signifie que les coûts considérés sont des coûts incrémentaux, de long terme, pertinents, prospectifs, économiques (approche CMILT): Précisons les définitions relatives à ces coûts.

a. Une approche incrémentale

Les coûts retenus sont des coûts incrémentaux. Les coûts incrémentaux sont les coûts supplémentaires engendrés par l'ajout à un portefeuille de services offerts d'un nouveau service (ou les coûts économisés par le retrait d'un service d'un portefeuille de services). Ce sont donc les coûts d'éléments de réseau dont le dimensionnement dépend du volume de trafic des services considérés: il doit y avoir une relation de causalité entre le trafic et le dimensionnement des éléments de réseau. Mais, comme en général un élément de réseau supporte plus d'un service, on agrège simultanément les services et les éléments de réseaux supportant leurs trafics de façon à obtenir un ensemble connexe de services et d'éléments de réseaux formant ce que l'on qualifiera ici d'incrément. L'incrément est l'ensemble connexe des services recourant à un même ensemble d'éléments de réseau ou de façon duale, un ensemble connexe d'éléments de réseau supportant un portefeuille de services. On désignera donc sous le nom d'incrément le portefeuille de services qui recourt par agrégation successive aux mêmes éléments de réseau ou l'ensemble des éléments de réseau permettant d'écouler le trafic de ce portefeuille de services.

b. Une approche de long terme (Long Run)

On peut distinguer des coûts incrémentaux de court terme (dans lesquels on considère un réseau déjà construit) de coûts incrémentaux de long terme, dans lesquels le dimensionnement du réseau dépend du volume de services offerts. La méthode CMILT retient une approche dite de long terme, c'est à dire dans laquelle ont été rendus variables l'essentiel des coûts fixes. La méthode prévoit la reconstruction à l'année 1 du réseau intégré nécessaire pour produire l'ensemble des services formant le portefeuille de services considéré, ces services étant produits conjointement sur le réseau étudié. Se situer dans le long terme permet de considérer tous les coûts relatifs aux investissements dans les réseaux.

c. Une approche en coûts pertinents et en coût totaux

Dans une approche incrémentale, rentrent dans les éléments de réseau à considérer, tous ceux dont le dimensionnement dépend de la quantité de services fournis. Il doit donc exister une relation de causalité entre le dimensionnement des éléments de réseau concernés et les services offerts. Un coût incrémental est un coût encouru ou évité (modulé) par l'ajout ou le retrait d'un service à un portefeuille de services.

Les coûts incrémentaux pertinents sont donc les coûts des éléments de réseaux dont le dimensionnement dépend du volume des services offerts. Ceux qui seraient indépendant du volume de service offert sont donc des éléments de réseau dédiés à un abonné raccordé, indépendant du trafic écoulé, et dont le coût devra être supporté par l'abonné au titre du raccordement au réseau, même s'il est recouvré au prorata du trafic. L'incrément ne retient donc, dans l'ensemble des éléments de réseau considéré, que ceux dont le dimensionnement dépend du volume de trafic des services supportés. Les éléments de réseau non pertinents devront voir leurs coûts couverts par la tarification du raccordement au réseau ou par la tarification du trafic départ. La boucle locale filaire fait ainsi partie des éléments de réseau non pertinents: étant dédiée à un usager, sa capacité est fixe et indépendante du volume de trafic écoulé. La régulation aura à définir la nature de la causalité qu'elle entend retenir pour définir la pertinence des coûts. Le modèle retient une acception "classique" de cette causalité, qui peut être modulée.

En sus des coûts des éléments de réseau non pertinents, les coûts incrémentaux ne concernent pas les coûts joints et communs indépendants du volume de trafic. Dès lors, une tarification aux coûts incrémentaux ne permet pas de recouvrer la totalité des coûts: les coûts communs (non directement attribuables aux services considérés ou aux éléments de réseau de l'incrément) seront alloués au moyen d'un mark-up sur les coûts incrémentaux pertinents. En règle générale, un texte réglementaire précise les coûts communs qui sont considérés comme pertinents pour l'interconnexion, c'est-à-dire ceux qui peuvent être intégrés dans la détermination de ce mark-up. Dans ce modèle bottom-up, le mark-up des coûts communs est principalement issu de l'analyse top-down.

d. Une approche prospective

Retenir une approche prospective, c'est considérer dans la détermination des coûts et les meilleures technologies disponibles, et les coûts actuels de ces technologies.

De façon pragmatique, cela revient à considérer les technologies numériques aujourd'hui disponibles commercialement. Dans ce type d'approche, on remplace donc les matériels anciens par des matériels "équivalents" modernes, c'est à dire plus efficients et plus économiques. On conçoit aisément qu'il est difficile de faire autrement dans une optique dite bottom-up, c'est à dire de reconstitution des coûts. En effet, certains matériels encore en service (des centraux électromécaniques par exemple) ne sont plus fabriqués et ne sont plus efficients. Souvent amortis dans les comptes des opérateurs, ils n'ont plus aucune valeur "historique".

En transmission, cette option signifie retenir dès que c'est possible des boucles optiques SDH, aujourd'hui la solution la plus flexible, efficiente et économique. Toutefois, il se peut pour différentes raisons (volume de trafic, considérations géographiques…) que ce ne soit pas le cas, auquel cas le modèle permettra de prendre en compte d'autres architectures.

Pour ce qui est des coûts à prendre en compte, ceux-ci doivent être estimés aux prix d'acquisition actuels. En effet, la décision faire ou faire faire (investir ou acheter des services) que doivent implicitement prendre les nouveaux entrants doit s'opérer aux conditions économiques prévalant au moment où la décision est prise.

e. Une approche efficiente

La modélisation des coûts doit refléter un opérateur efficient, c'est à dire produisant au meilleur coût compte tenu des techniques disponibles, les services de l'incrément. L'idée qui prévaut ici est qu'un opérateur alternatif entrant sur le marché optimiserait bien évidemment le réseau qu'il serait conduit à mettre en œuvre. Il est donc nécessaire que le modèle simule un réseau optimisé, en d'autres termes, qu'il simule un réseau qui se situe sur la frontière de production, minimisant les équipements et les inputs pour produire la quantité de services demandés.

Cette exigence soulève un certain nombre de questions, notamment en ce qui concerne l'architecture des réseaux. Un opérateur historique hérite d'une topologie de réseau largement conditionnée par les générations successives de technologies qui se sont succédés sur les 20 ou 30 dernières années ou même parfois plus. Il y a alors deux approches possibles de l'efficience:

- Soit on modélise un réseau rendant les services attendus en faisant table rase de l'héritage et en optimisant au mieux la topologie et l'architecture pour minimiser le coût de production; cette approche qualifiée de "scorched earth" ("terre brûlée") est délicate car différentes options peuvent en général être retenues pour reconstruire ex nihilo un réseau neuf selon l'importance que l'on accorde à certains critères secondaires (en termes de qualité, de sécurité par exemple).
- Soit on retient la topologie existante du réseau, c'est à dire l'emplacement concret des nœuds du réseau comme base de travail, en reconstruisant en quelque sorte un réseau topologiquement identique, mais en retenant pour chacun des nœuds et entre les nœuds les meilleures technologies; cette approche, qualifiée de "scorched node" est celle qui est en général retenue, ce qui est aussi le cas dans notre modèle.

Si la topologie du réseau apparaît à l'évidence éloignée de la frontière de production actuelle, le régulateur peut entrer dans le modèle une configuration de réseau qui paraîtrait plus proche de cette frontière.

Au delà du choix des meilleures technologies à structure de réseau existante, la question de l'efficience se pose aussi en matière d'exploitation du réseau. Les technologies numériques de façon générale, mais plus précisément les solutions de supervision et de gestion du réseau existant actuellement, permettent d'économiser des facteurs de production, des m^2 de bâtiments, de la main d'œuvre etc. Régulateurs et opérateurs doivent déterminer ensemble quelles sont les solutions optimales. En aucun cas, un tel modèle CMILT ne doit prendre en compte des sureffectifs issus de gestions antérieures, l'ouverture du marché devant constituer une forte incitation pour l'opérateur historique d'amélioration de son efficience, exigence relativement facile à tenir dans le contexte d'un réseau qui se développe.

f. Une approche économique et non comptable

Pour aboutir à un coût annuel, il est nécessaire de transformer l'ensemble des coûts de long terme encourus, y compris ceux résultant des investissements, dans une valeur annuelle. Une approche comptable conduirait à considérer des amortissements annuels basés sur une durée de vie comptable et calculés selon une méthode qui est généralement dépendante de certaines

options fiscales ouvertes à l'entreprise (amortissement linéaire, dégressif ou accéléré selon les cas).

Le coût que nous cherchons à déterminer est un coût qui doit arbitrer entre deux objectifs économiques: constituer une incitation à l'entrée des concurrents et constituer une incitation à l'investissement de l'opérateur qui ouvre ses ressources.

Cette décision "économique" sera prise par les uns ou les autres au vu d'un certain nombre de calculs économiques mettant en relief les bénéfices attendus de l'activité. Dans cette approche économique, les séquences des coûts et des recettes seront ramenés à une valeur annuelle moyenne selon les techniques d'actualisation classiques. Le modèle retient la transformation des coûts d'investissement en coûts économiques annuels au moyen d'un coût du capital calculé selon la méthode du coût moyen pondéré du capital (CMPC).

Cette approche nécessite donc l'introduction d'un coût du capital, coût d'accès à la ressource financière, qui réclame lui-même un coût des fonds propres calculé selon la méthode du medaf (Modèle d'évaluation des actifs financiers – Capital asset pricing model (CAPM)). Cette méthode intègre éventuellement l'incidence du progrès technique qui rend plus rapidement obsolètes les équipements. Le modèle propose une option permettant cette prise en compte de l'incidence du progrès technique.

g. Une approche bottom-up

Deux méthodes alternatives principales peuvent être utilisées pour estimer les coûts moyens incrémentaux de long terme : le modèle top-down et le modèle bottom-up. Ces deux approches peuvent être résumées ainsi:

- l'approche top-down utilise les données comptables d'un opérateur et alloue les coûts à différents services sur la base des relations entre les coûts et les services. Des hypothèses ont besoin d'être faites pour ramener les coûts historiques à leurs valeurs actuelles. La méthode retient ensuite une procédure de déversement des coûts pertinents sur les services[2].
- L'approche bottom-up implique le développement des modèles technico-économiques (modèles d'ingénierie) afin de calculer les coûts des éléments de réseau nécessaires pour fournir des services particulier en supposant des technologies modernes et des méthodes d'exploitation efficientes.

En principe les deux méthodes doivent conduire aux mêmes types de résultats si les méthodes d'exploitation efficiente et de dépréciation ainsi que le recours aux coûts actuels sont similaires.

Le modèle proposé appartient à la deuxième catégorie: il s'agit d'un modèle bottom-up, reconstruisant les coûts des éléments de réseau.

Toutefois, le modèle proposé permet d'entrer la comptabilité générale d'un opérateur et de la traiter sommairement sur un mode analytique: on peut donc comparer les données issues du modèle aux données issues de la comptabilité historique, qui ne doivent pas être trop

[2] On trouvera par exemple sur le site du régulateur tunisien un texte portant nomenclature des coûts pertinents pour l'interconnexion: www.**intt**.tn/site/fr/download.php?name=document/286.pdf

éloignées pour un opérateur d'installation récente. Il y a là des éléments de contrôle et de cadrage tout à fait intéressant en l'absence de tout dispositif de comptabilité analytique.

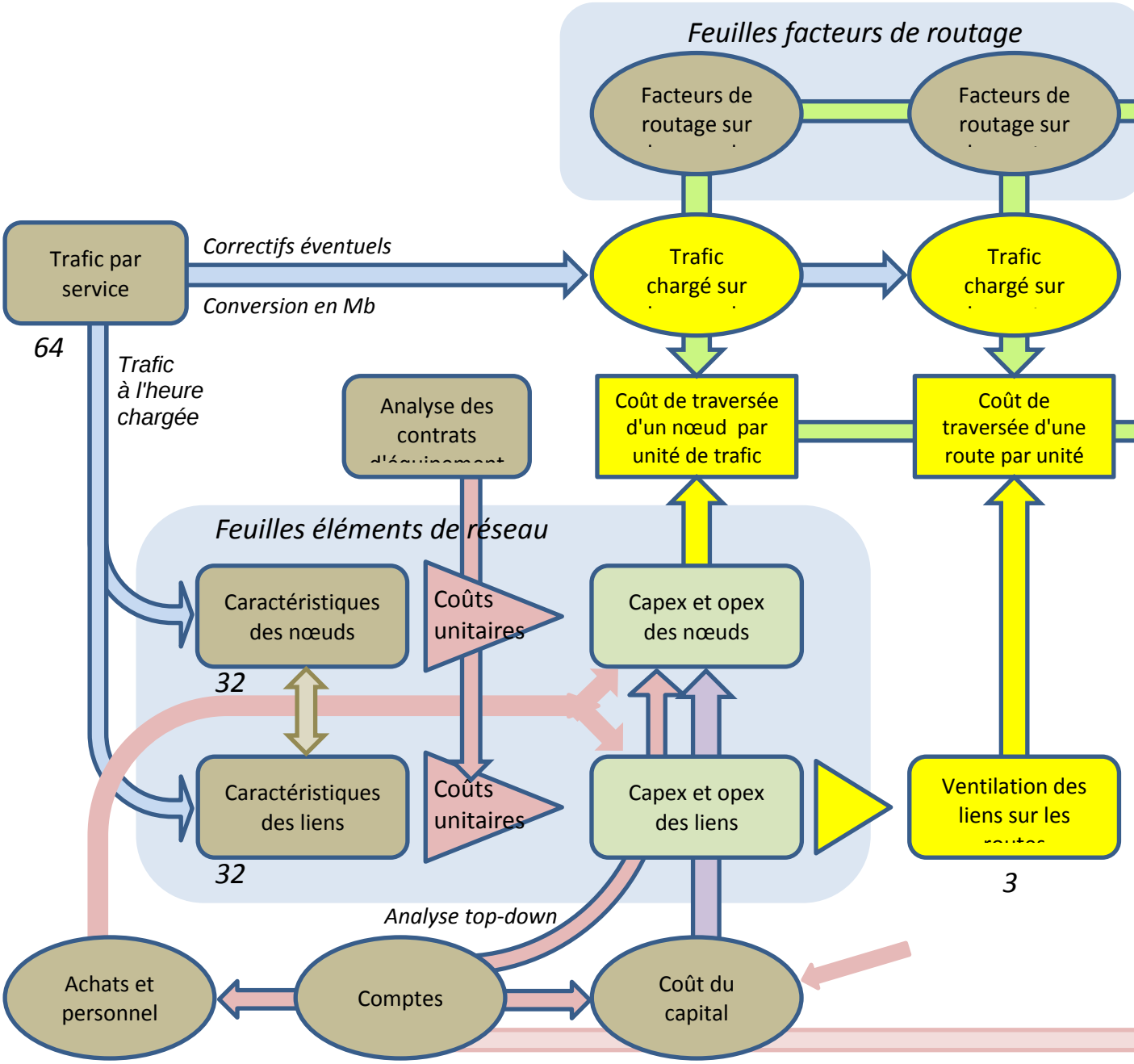
6. Coûts unitaires des services et coûts de la terminaison d'appel

Une fois connu les coûts d'investissement et d'exploitation des réseaux, ces coûts sont transformés en coûts économiques, selon les considérations précédentes.

Le coût global de chaque élément de réseau, et par imputation, de chaque route, est connu. Le trafic passant par chaque nœud et chaque route étant eux aussi connus, le coût de traversée de chaque nœud et route peuvent être déterminés.

Sachant combien de fois un service donné utilise un nœud et une route, il est possible de reconstituer le coût de chaque service selon les principes décrits ci-avant. Et notamment, es coûts de terminaison d'appel des différents services retenus. Cette modélisation est synthétisée sur le schéma qui suit.

Architecture d'un modèle CMILT



III. Consignes en vue de la collecte d'informations pour l'alimentation du modèle

La mise en œuvre d'un modèle CMILT (Coûts moyens incrémentaux de long terme) bottom-up (c'est-à-dire reconstruisant les coûts d'un réseau) nécessite une collecte d'informations auprès de l'opérateur concerné. Cette partie a pour objet de spécifier les informations nécessaires pour l'alimentation du modèle développé par TELECOM ParisTech. Le modèle est accompagné d'un classeur de collecte de ces informations auprès des opérateurs.

Un modèle CMILT fonctionne comme indiqué ci-avant selon une architecture assez simple. Un réseau est composé d'éléments de réseau (des équipements acquis auprès de fournisseurs ou bâtis par l'opérateur). Ces éléments de réseau, classés par grandes catégories, ont un coût. Le modèle établit leurs quantités, calcule leur coût global, affecte le trafic sur chaque élément de réseau, calcule un coût de traversée de cet élément par unité de trafic, et reconstitue le coût de chaque service selon le nombre de fois que ce service emprunte chaque élément de réseau. Les coûts considérés sont des coûts économiques faisant intervenir un coût global du capital.

Un tel modèle suppose donc:

1. Des informations de dimensionnement du réseau par élément de réseau
2. Une connaissance du trafic et des éléments de réseau qu'il emprunte pour être acheminé (facteurs de routage)
3. Les coûts unitaires des éléments de réseau (capex) et les informations de leurs coûts d'exploitation (opex)
4. Les éléments permettant d'estimer le coût du capital
5. Les éléments comptables permettant d'encadrer les résultats du modèle bottom-up par des informations top-down

Ces informations sont décrites dans ce qui suit.

1. Modalités de collecte

Le rassemblement des informations doit être initialisé par l'opérateur en fonction de sa compréhension et de son expérience des modèles de coût. Un certain nombre de réunions bilatérales avec le régulateur sont ensuite nécessaires pour valider, compléter et préciser la nature et la validité de ces informations de façon à ce qu'il y ait accord sur leur compréhension mutuelle.

Une mention particulière doit être faite pour les coûts unitaires. Ceux-ci doivent être extraits de contrats conclus entre l'opérateur et ses fournisseurs. Ces coûts supposent donc un travail particulier sur les contrats signés par l'opérateur qui sera spécifié dans ce qui suit. Un autre travail conjoint avec l'opérateur concerne l'analyse de la comptabilité générale de l'opérateur en l'absence d'une comptabilité analytique.

La collecte de ces informations nécessite donc un travail conjoint étroit entre l'opérateur et le régulateur. Ce travail s'étale en général sur une période de 3 à 4 semaines. La communication du modèle lors de son remplissage progressif peut aider à cette compréhension mutuelle des informations nécessaires.

La collecte ne concernera dans un premier temps que les données générales (trafic et parc, éléments financiers, éléments détaillés sur les éléments de réseau. Ces données seront entrées dans le modèle de façon à obtenir de premiers éléments d'évaluation des TA. Dans un deuxième temps, un dialogue entre le régulateur et l'opérateur permettra de compléter ces premières informations, en finalisant:

- L'analyse top-down des coûts et des recettes
- La validation et la correction des facteurs de routage
- La validation et la recherche d'informations complémentaires relatives aux coûts unitaires des équipements.

Attention: ***Bien veiller à ce que les informations entrées dans le modèle soient exemptes de caractères superflus, tels des caractères blancs en tête ou fin de suite; tout caractère en trop sur un énoncé (par exemple de type 1+1) peut empêcher les formules de s'appliquer correctement. Si des cases apparaissent non calculables, vérifier la bonne formulation des informations entrées.***

2. Informations sur le réseau

Un réseau est concrètement formé **d'équipements** acquis auprès de fournisseurs industriels ou **d'installations** (bâtiments, canalisations, pylônes…) supportant ces équipements établies par l'opérateur ou des tiers. Ces équipements et les installations qui les supportent peuvent être classés en catégories qui se répartissent en deux grandes classes:

- Des éléments de **nœuds**, équipements qui assurent un traitement du signal, notamment sa concentration, son routage ou sa commutation;
- Des éléments de **liens**, équipements qui assurent le transport du signal selon une technologie donnée.

On fera une distinction dans le modèle entre les **liens**, établis selon une technologie donnée et les **routes** qui relient des nœuds entre eux. Une route, reliant de façon générique deux nœuds d'un type donné (par exemple une BTS à un BSC), peut recourir à différentes types de liens (optique, hertzien…) ou, inversement, les liens peuvent supporter différentes catégories de nœuds. La matrice des nœuds (les routes) ne correspond donc pas aux éléments de liens utilisés dans le réseau. Il sera donc nécessaire d'entrer la répartition des liens selon les routes (relations entre nœuds) présentes dans un réseau.

Un réseau présente en général une certaine hiérarchie des nœuds. Il existe des nœuds d'accès (sur lesquels les abonnés se connectent pour établir une communication) et des nœuds de niveau hiérarchique supérieur qui assurent l'acheminement et le traitement du signal avant que celui-ci ne redescende dans la hiérarchie du réseau. Cette hiérarchie traduit corrélativement une certaine cellularisation territoriale du réseau.

L'interconnexion peut intervenir à différents niveaux hiérarchiques du réseau. Il peut y avoir une interconnexion au niveau le plus élevé (interconnexion nationale) ou une interconnexion à des niveaux hiérarchiques inférieurs (régionale, voire locale, c'est-à-dire au niveau du point d'accès). La terminaison d'appel, si elle est discriminée selon le niveau hiérarchique d'interconnexion, sera donc différenciée dés lors que le lieu de livraison de l'appel est correctement identifié par le réseau appelant. Dans le cas contraire, on dira que le service est un service indifférencié.

Un réseau est donc composé de différents éléments de réseau. Dans le modèle, chaque élément de réseau fait l'objet d'une feuille de dimensionnement et de calcul. Le modèle peut intégrer jusqu'à 32 éléments de nœud et 32 éléments de liens. Si un élément de réseau n'est pas présent et semble important, il peut être programmé sur un onglet disponible.

Les nœuds sont distingués des liens, les liens étant affectés aux routes (raccordant des nœuds au moyen d'une feuille spécifique [tableau 3.Composition des routes, ligne 150+ de la feuille _Network]).

a. Les nœuds

Chaque nœud fait l'objet d'une feuille spécifique sur laquelle sont collectées les informations nécessaires.

Les nœuds présents dans le modèle sont les suivants:

1. nœuds d'accès au réseau:
    a. réseau fixe: *boucle locale filaire*[3], BS WLL (CDMA) et BS Wimax
    b. réseau mobile: BTS (2G), Node B (*3G*)
2. nœuds de contrôle et de concentration: URAD (ou MSAN), BSC (pour les différents types de technologies), RNC (3G),
3. nœuds du réseau cœur : CAA, CT, MSC ou décomposition MSC Server et MGW
    a. nœuds d'interconnexion: CTI, GMSC et gateway internationale (IGW)
4. plateformes spécifiques d'acheminement: *SMSC*

La façon la plus simple de renseigner le modèle pour chaque nœud est de lister l'ensemble des sites géographiques sur lesquels ces éléments sont présents en mentionnant pour chacun d'entre eux les caractéristiques nécessaires au dimensionnement et au raccordement de ces nœuds.

Des tableaux sont prévus à cet effet pour chaque nœud. Ces tableaux vont comprendre des informations sur:

- la capacité de ce nœud (en voies d'accès (lignes, secteurs, TRX, etc.)
- l'utilisation effective de ces nœuds (lignes raccordées selon leur débit…)
- les équipements supports (bâtiments, pylônes…) et leurs caractéristiques
- les équipements de transmission les raccordant et éventuellement les distances de raccordement de ces nœuds aux nœuds de rattachement ainsi que le partage éventuel des infrastructures supportant ces nœuds.

L'information requise des opérateurs à ce stade est principalement la fourniture de ces listes avec les caractéristiques des nœuds telles qu'elles sont mentionnées dans les feuilles des modèles (à partir des lignes 254). Quelques données complémentaires sont nécessaires en tête de feuille (lignes 40 et 50), mais elles ont été progressivement réduites. Ces listes sont reportées dans le fichier de collecte des données livré avec le modèle.

La colonne "nœud" contient un numéro d'ordre du nœud. Pour chaque type de nœud, on demandera:

[3] La boucle locale filaire n'est pas prise en compte, car dédiée à u usager, et ne peut donc représenter un coût incrémental pour un service donné.

a. des informations sur la capacité du nœud; celles-ci seront présentées ci-après à propos de chaque nœud
b. des informations sur le type de lien qui assure le raccordement de chaque nœud sur le réseau (en général via trois ou quatre modalités, raccordement par boucle optique, raccordement par faisceau hertzien, raccordement par satellite et éventuellement raccordement par une liaison louée dont le lien support importe peu): il s'agit toujours du raccordement du nœud sur le nœud hiérarchiquement au-dessus sauf au niveau supérieur du réseau où il s'agit du réseau connectant les nœuds concernés entre eux. Pour chaque nœud, on retient le seul mode de raccordement dominant (un seul type de raccordement par nœud)
c. Pour tous les nœuds, on renseignera également le nombre de nœuds de tout type installés sur le même site, de façon à ne pas dupliquer le coût des sites (stations de base, contrôleurs, gateways, serveurs, etc.). Il s'agit des nœuds qui sont considérés comme tels dans le modèle.
d. Pour tous les nœuds, la nouvelle version du modèle retient le mode d'alimentation électrique, avec trois options:
    - E raccordement uniquement au réseau électrique
    - G présence en sus d'un générateur électrique (Diesel)
    - S Alimentation par panneaux solaires

Les précisions relatives à chaque nœud sont présentées ci-après:

URAD ou MSAN (Node 1)

Nom du nœud	Nœud	Capacité (nombre de lignes)	Nombre d'abonnés	Nœuds sur boucle optique (1 = "oui")	Nœuds reliés par satellite (1 = 'oui')	Nœuds reliés par faisceaux hertziens (1 = "oui")	Nombre de noeuds differents présent sur ce site	Type d'alimentation électrique

Les indicateurs de capacité sont le nombre de lignes installées de l'Urad (effectivement équipées) et le nombre d'abonnés effectivement raccordés sur l'Urad (resp MSAN).

CAA (Node 2)

Nom du nœud	Nœud	Capacité (nombre de lignes)	Capacité (CAA + URAD)	Nombre d'abonnés sur ce CAA	Nombre d'abonnés raccordés (CAA + URAD)	Nœuds sur boucle optique (1 = "oui")	Nœuds reliés par satellite (1 = 'oui')	Nœuds reliés par faisceaux hertziens (1 = "oui")	Connecté vers GSM à un MSC (1 = "oui")	CAA ayant une fonction de transit (1=Oui, 0=Non)

Les indicateurs de capacité sont le nombre de lignes installées du CAA et le nombre d'abonnés effectivement raccordés sur le CAA. Ces informations sont requises pour les lignes et abonnés du seul CAA (en local) et pour le total des lignes et abonnés du CAA et des URAD qui lui sont rattachés. On indiquera un seul mode de connexion du CAA au réseau.
Les CAA ayant une fonction de transit et ceux interconnectés avec un réseau mobile seront identifiés.

CT et CTI (Node 3)

Nom du nœud	Nœud	Nœuds sur boucle optique (1 = "oui")	Nœuds reliés par satellite (1 = 'oui')	Nœuds reliés par faisceaux hertziens (1 = "oui")		Nombre de noeuds differents présent sur ce site	Type d'alimentation électrique

Attention: si les fonctions de transit voire de transit international sont assurées par des CAA, ne pas mentionner de CT et/ou de CTI. **Il ne faut pas compter un équipement deux fois à travers des listes différentes.**

IGW (International Gateway) (Node 4)

Nom du nœud	Nœud	Nœuds sur boucle optique (1 = "oui")	Nœuds reliés par satellite (1 = 'oui')	Nœuds reliés par faisceaux hertziens (1 = "oui")		Nombre de noeuds differents présent sur ce site	Type d'alimentation électrique

Les IGW sont les points de terminaison des réseaux domestiques assurant l'interconnexion internationale. Leur nature dépend du type d'accès aux réseaux étrangers ou internationaux.

Dans le cas de liaisons continentales, l'IGW n'est généralement pas marquée, notamment si le raccordement s'opère par faisceaux hertziens. Eventuellement, un GMSC distant assure le fonctionnement de cette connexion internationale. Si l'interconnexion est réalisée par fibre optique, un équipement peut marquer ce PoI.

Dans le cas de liaisons intercontinentales (ou extra-régionales), l'interconnexion s'opère:

a. Soit par une station terrienne assurant la connectivité internationale par satellite; l'IGW sera alors cette station terrienne
b. Soit par une station d'atterrissement d'un câble sous-marin; l'IGW sera alors cette station d'atterrissement ou la quote part utilisée.

BTS 2G (Node 11), BS WLL (Node 5)

Nom du nœud	Nœud	Nombre de TRX	Nb d'abonnés (si BLR)	Nœuds sur boucle optique (1 = "oui")	Nœuds reliés par liaison louée (1 = "oui")	Nœuds reliés par faisceaux hertziens (1 = "oui")	Nœuds reliés par satellite (1 = 'oui')	Hauteur du pylône (m)	Capacité du lien (Mbps)	Distance du BSC (km)	Type de propriété / location (b)	Nombre de racks	Nombre de noeuds differents présent sur ce site	Type d'alimentation électrique

Il existe deux types de stations de base de deuxième génération utilisées dans le modèle: une fixe (BS WLL) et une mobile (BTS 2G). La BS WLL est généralement de technologie CDMA (IS95 ou IS2000). La BTS 2G est de technologie GSM.

La BTS/BS est considérée ici en tant que site et non en tant qu'équipement unitaire. Un site BTS peut de ce fait disposer de plusieurs racks correspondant à différentes "BTS élémentaires", par exemple une BTS en 900 MHz et une BTS en 1800 MHz. Quand plusieurs BTS de même technologie sont donc colocalisées sur un même site, ne compter qu'un seul site et une seule ligne pour renseigner ce site. Par contre, dans l'avant-dernière colonne, indiquer le nombre de racks (i.e. de BTS) composant ce site.

Pour les BTS, les indicateurs requis sont plus nombreux. Outre la capacité de la BTS en nombre de TRX (total des TRX des différents "racks" – tous secteurs confiondus), et le type de lien raccordant chaque BTS (boucle optique, Liaison louée, FH ou satellite), il est demandé:

- la hauteur du pylône sur lequel la BTS est installée (et non la hauteur de l'antenne)
- la capacité du lien (en Mb/s) qui relie la BTS au réseau (capacité effectivement utilisée)
- la distance de la BTS à son contrôleur (BSC)
- le type de propriété du pylône sur lequel elle se trouve, avec quatre modalités possibles:

  - 1 – Propriété de l'opérateur modélisé avec usage exclusif par cet opérateur
  - 2 - Propriété de l'opérateur modélisé avec usage partagé avec un autre opérateur le pylône est partiellement loué à un autre opérateur)
  - 3 – pylône en location "nue" à un autre opérateur (sans fourniture de services associés)
  - 4 - pylône en location "équipé" à un autre opérateur (avec fourniture de services associés – notamment énergie)
- Le nombre de racks installés sur cette BTS.
- Le nombre de nœuds différents présents sur ce site: un même pylône peut supporter des équipements d'accès de différentes technologies (CDMA, 2G, 3G, etc.) voire des équipements de transmission (faisceaux hertziens). Cette information a pour but de savoir combien de réseaux utilisent le pylône support de la BTS en question, et ainsi de pouvoir partager son coût.
- Le type d'alimentation électrique

Dans le cas où la BTS fait partie d'un réseau fixe, on renseignera également le nombre d'abonnés effectivement raccordés sur cette boucle locale radio.

Si la BTS est reliée au réseau par une liaison louée à un autre opérateur, indiquez pour cette BTS qu'elle est reliée par liaison louée, quelque soit le mode de raccordement (optique, FH, etc.).

BTS 3G (Node 15), BS WiMax (Node 7)

Nom du nœud	Nœud	Nombre de channel elements	Nb d'abonnés (si BLR)	Nœuds sur boucle optique (1 = "oui")	Nœuds reliés par liaison louée (1 = "oui")	Nœuds reliés par faisceaux hertziens (1 = "oui")	Nœuds reliés par satellite (1 = 'oui')	Hauteur du pylône (m)	Capacité du lien (Mbps)	Distance du BSC (km)	Type de propriété / location (b)	Part du trafic de données	Nombre de noeuds differents présent sur ce site	Type d'alimentation électrique

Il existe deux types de stations de base de troisième génération utilisées dans le modèle: une fixe (BS WiMax) et une mobile (Node B - BTS 3G).

On retiendra pour ces nœuds de technologie CDMA une capacité exprimée en Channel Elements (CE). Le nombre de CE correspond grossièrement au facteur d'étalement (en général 256 couvrant l'ensemble des secteurs). Certes, du fait des interférences et du facteur SHO (Soft Hand Over), le nombre de communications simultanées est inférieur à ce total normatif. Un facteur de réduction est disponible dans le modèle à cet effet (pris par défaut à 85%).

Les mêmes informations que pour les stations de base 2G sont demandées ici:
- Type de raccordement (optique, sur LL, FH ou satellite)
- Hauteur du pylône
- Capacité du lien reliant la BTS à son contrôleur (capacité utilisée)
- Distance du contrôleur
- Type de propriété du pylône
- Nombre de nœuds différents sur ce site
- Type d'alimentation électrique

On trouvera en sus:
- Le nombre d'abonnés en cas de station de base fixe (WLL)
- La part du trafic écoulé qui est formé de données (écoulé sur un réseau à commutation de paquets et non un réseau à commutation de circuits)

Les contrôleurs BSC WLL (Node 6), BSC WiMax (Node 8), BSC 2G (Node 12) ou RNC (Node 16)

Nom du nœud	Nœud	Nœuds sur boucle optique (1 = "oui")	Nœuds reliés par liaison louée (1 = "oui")	Nœuds reliés par faisceaux hertziens (1 = "oui")	Nœuds reliés par satellite (1 = 'oui')		Capacité du lien au cœur de réseau (E1)	Distance au nœud de raccordement au cœur de réseau (km)	Nombre de noeuds differents présent sur ce site	Type d'alimentation électrique

Les informations requises pour les contrôleurs sont moindres que pour une BTS:

- Type de lien sur lequel il est connecté (pour aller vers le cœur de réseau)
- Capacité du lien reliant le contrôleur au point de raccordement sur le cœur de réseau (MSC, MGW…) (en E1) (non rempli si le contrôleur est colocalisé avec son point de raccordement)
- Distance du lien de connexion au cœur de réseau (0 si le contrôleur est colocalisé avec son point de raccordement)
- Nombre de nœuds différents présents sur ce site
- Type d'alimentation électrique

MSC (Node 13)

Nom du nœud	Nœud	Nœuds sur boucle optique (1 = "oui")	Nœuds reliés par liaison louée (1 = "oui")	Nœuds reliés par faisceaux hertziens (1 = "oui")	Nœuds reliés par satellite (1 = 'oui')	Nombre de E1 provenant de RAN	Capacité (en nombre d'abonnés)	Nombre de noeuds differents présent sur ce site	Type d'alimentation électrique

Le type de connexion des MSC requise ici concerne le réseau qui relie les MSC entre eux et/ou aux MGW.
On indiquera également le nombre d'E1 qui se raccordent sur chaque MSC en provenance du RAN, ainsi que la capacité maximale d'abonnés que chaque MSC peut raccorder.

GMSC (Node 14)

Nom du nœud	Nœud	Nœuds sur boucle optique (1 = "oui")	Nœuds reliés par liaison louée (1 = "oui")	Nœuds reliés par faisceaux hertziens (1 = "oui")	Nœuds reliés par satellite (1 = 'oui')	Nombre de noeuds differents présent sur ce site	Type d'alimentation électrique

La connexion des GMSC requise ici concerne le réseau qui les relie entre eux et/ou aux MSC.

MGW – Media Gateway (Node 17)

Nom du nœud	Nœud	Nœuds sur boucle optique (1 = "oui")	Nœuds reliés par liaison louée (1 = "oui")	Nœuds reliés par faisceaux hertziens (1 = "oui")	Nœuds reliés par satellite (1 = 'oui')	Nombre de E1 provenant de RAN	Capacité (en nombre d'abonnés)	Nombre de noeuds differents présent sur ce site	Type d'alimentation électrique

La connexion des MGW (ou CS-MGW) requise ici concerne le réseau qui les relie entre eux. La capacité de ces media gateway est la capacité (en équivalents E1) qui caractérise leur relation aux contrôleurs qu'elles interconnectent.

Pour les MGW raccordant des concentrateurs d'accès des réseaux fixes, on collectera leur capacité en nombre d'abonnés (ou de lignes).

MSC Server (Node 18)

Nom du nœud	Nœud	Simoultaneous Call Capacity (SCC)	Capacité (en abonnés)	Nombre de noeuds differents présent sur ce site	Type d'alimentation électrique

Les MSC server sont caractérisés par leur capacité de traitement d'appels à l'heure chargée (BHCA), exprimée sous la forme de SCC (Simultaneous Call Capacity) ou d'abonnés.

Si ces listes ne sont pas disponibles, il convient de remplir les cases par défaut consolidant les totaux de ces listes (cases vert clair) situées à droite dans les lignes 12 à 56 de chaque onglet relatif à un nœud. Ce travail d'alimentation du modèle est bien plus complexe et risqué que la fourniture des listes d'équipements sur la base desquelles le modèle a été construit.

Les capacités de ces nœuds varient donc d'un nœud à un autre. De la même façon que les différents types de services utilisent des unités d'œuvre différentes (minutes, messages, Mbps, etc.) qu'il est nécessaire d'agréger après conversion dans une unité commune (le Mb), ces nœuds recourent en fonction de leurs technologies à des unités de capacité différentes, qui doivent pouvoir être converties dans une unité commune.

Pour les anciens nœuds recourant à des technologies de division temporelle synchrone (TDMA), l'unité qui s'imposait était le TS (Time Slot) à travers lequel il était possible de faire passer une communication téléphonique (parfois deux). Ainsi, un E1 présente 30 TS, un TRX 8 TS, etc.

Quand on passe à des technologies d'accès par étalement du spectre (CDMA), la question devient un peu plus complexe. La division du code donne le nombre d'utilisateurs simultanés possibles, mais avec des débits variables. Cette unité est généralement qualifiée de Channel Element (CE) correspondant donc au Spreading Factor (SF – Facteur d'étalement) qui caractérise par puissance de 2 la division du code (pouvant aller jusqu'à 256 ou 512 codes par bande de 5MHz). Ce SF donne le débit moyen de chaque Channel Element en divisant le débit maximal associé à la bande de 5 MHz (3.84 Mcps ou chip par seconde[4]) par la longueur du code, équivalente au SF. On obtient alors un tableau du type suivant:

Spreading Factor	Channel symbol rate (Kbps)	Channel bit rate (kbps)	Down link channel bit rate range (kbps)
512	7.5	15	3-6
256	15	30	12-24
128	30	60	42-51
64	60	120	90
32	120	240	210
16	240	480	432
8	480	960	912
4	960	1920	1872

Un CE est donc une connexion, utilisant un code, à un moment donné. Selon le débit utilisateur, le niveau du code peut évoluer, rendant le CE une mesure de capacité difficile à estimer. Mais, dans un réseau où la voix constitue un mode dominant de communication, on peut estimer le CE comme une unité de mesure (un canal voix) assez stable.

[4] Le chip rate est le débit (en bits par seconde) qui sort du codeur CDMA, codant chaque bit d'information de l'utilisateur par un code de longueur m (correspondant au facteur d'étalement). On désigne ce débit par chip rate pour ne pas le confondre avec le bit rate de la source utilisateur.

Cette capacité doit être corrigée du SHO (Soft Hand Over) qui vient du fait qu'en situation de mobilité, un utilisateur peut ouvrir deux CE sur deux node B différents. Le SHO moyen est de quelques % (2 à 3%) et traduit une certaine redondance d'utilisation des CE du fait de la mobilité. Si le réseau est utilisé sans gestion de mobilité, alors, le SHO = 1. De plus, les questions d'interférence liées notamment à la gestion et au contrôle des puissances d'émission fait que les CE ne peuvent pas tous être mobilisés en situation opérationnelle. Un facteur vient donc diminuer la capacité en CE pour tenir compte de ces différents effets, site par site.

b. Les liens

Les liens font l'objet de feuilles spécifiques selon leur technologie:
- liens SDH et câbles optiques (onglets LE_1 et LE_2)
- faisceaux hertziens et pylônes (onglets LE_3 et LE_4)
- conduites (onglet LE_5)
- satellites (onglet LE_6)
- part allouée à la transmission des sites de nœuds (onglet LE_7)

Seuls, les liens 2 (optique), 3 (hertzien) et 6 (satellites) requièrent des données externes. Les autres opèrent leurs calculs à partir d'informations prélevées ailleurs dans le modèle.

Le principe d'organisation de ces feuilles est le même que pour les nœuds. Pour différents liens, des informations précises sont requises comme pour les nœuds. On appellera trajet ou tronçon (path ou section) l'élément unitaire du lien: un trajet est une artère comprise entre deux éléments de réseau, qui peut comprendre plusieurs autres éléments desservis sur son parcours. Un trajet peut également être élémentaire, c'est-à-dire relier deux éléments contigus. Mais, il peut comprendre plusieurs "bonds" techniques. Dans les feuilles de saisie correspondant aux liens optiques ou hertziens, on peut entrer les informations par trajet élémentaire ou par trajet plus complexe, de façon à s'adapter au plus près possible des fichiers disponibles.

Tronçons - trajets optiques

- Liste des trajets - Répartition par géotype %

Descriptif du trajet	# du trajet	Longueur (km)	Capacité du lien (STM)	Urbain	Suburbain	Rural

Pour chaque trajet optique, on demande sa longueur et la capacité du lien STM (1, 4, 16 ou 64) offert sur le trajet. La répartition (en%) de cette longueur entre les trois types de pose (urbain, suburbain et rural qui déterminent les types de tranchées (enrobées, allégées, en pleine terre) sera indiquée pour chaque trajet.

Puis, on demandera, pour chaque trajet optique, d'indiquer le nombre de nœuds connectés sur ce trajet selon leur type (dans les 32 nœuds proposés).

Le total de ces trajets doit correspondre au total des **routes optiques physiques** (SDH) en service chez l'opérateur.

Trajets hertziens

Descriptif du trajet	# du trajet	Longueur (km)	Bande (GHz)	Nb de bonds	Configuration du lien	Capacité installée (Mbit/s)	Capacité utilisée (Mbit/s)	Type principal de nœud desservi en aval (Abréviation du nœud)

Pour les trajets hertziens, on entrera non pas les bonds, mais les trajets entre sites nodaux caractérisés par les nœuds qu'ils relient. On indiquera pour chaque trajet:

- la longueur du trajet (en km)
- la bande de fréquence utilisée (en GHz) – facultatif (non utilisée sur cette version)
- le nombre de bonds du trajet considéré
- la configuration du lien en termes de secours (équipement 1+0, 1+1…)
- la capacité installée en Mb/s
- la capacité utilisée en Mb/s

Puis, de façon un peu différente de ce qui est demandé pour les routes optiques, on indiquera le type de nœud principalement desservi par chaque trajet. On retiendra plutôt le type de nœud situé en aval dans la hiérarchie: ainsi, pour des trajets Urad-CAA, on indiquera Urad; pour des trajets BTS-BSC, on indiquera BTS.

A défaut de ces listes, il convient de remplir les tableaux qui les synthétisent placés en tête de ces feuilles. Le modèle est bien plus simple à utiliser avec de telles listes d'équipement.

Satellite

Descriptif du trajet	# du trajet	# E1	Bande (GHz)

Pour chaque liaison spatiale, on indiquera sa capacité (en E1) et la bande utilisée (en GHz).

3. Informations sur le trafic et les facteurs de routage

La connaissance du trafic est essentielle. Il intervient comme diviseur des coûts et représente donc une donnée essentielle des modèles CMILT. Des informations sur la nomenclature du trafic sont présentées dans le chapitre 2: Les services offerts et leur trafic

Le réseau qui est considéré dans les modèles CMILT est généralement le réseau disponible en fin d'exercice (au 31 décembre par exemple): il s'agit des éléments de réseau qui seront intégrés dans les comptes d'actifs comme "en service" (ce qui n'est pas le cas des immobilisations en cours). Ce réseau est donc celui qui a écoulé le trafic du dernier mois de l'exercice, ce trafic pouvant être sensiblement différent du trafic moyen de l'année considérée.

On peut même penser que le réseau en service en fin d'exercice est dimensionné pour écouler le trafic prévisionnel des premiers mois de l'exercice suivant. Mais, devant la difficulté d'estimer ce trafic prévisionnel, on retient en général le trafic du dernier mois de l'exercice considéré pour le descriptif des éléments de réseau, annualisé. Si ce trafic (en général celui donc du mois de décembre) n'apparaît pas pertinent (du fait d'une variabilité saisonnière à la hausse ou à la baisse de nature exceptionnelle), on retiendra d'autres assiettes de trafic pour estimer le trafic annualisé à prendre en compte, par exemple la moyenne des trois derniers mois de l'année (se reporter au descriptif des services, page 12 pour entrer ces données).

Le trafic à prendre en compte est le trafic annualisé global, intégrant tous les trafics facturés (qu'ils le soient au volume ou de façon forfaitaire) ainsi que le trafic non facturé qui a pu être écoulé sur le réseau. Ce trafic non facturé peut recouvrir les types de trafic suivant:

- trafic nécessité par l'exploitation de l'opérateur (trafic des services opérationnels) qui sera en général traité en comptabilité à la fois en recettes et en dépenses
- trafic "offert" aux clients:
    - consultations des messageries vocales
    - trafic gratuit de certaines opérations commerciales (bonus, primes, trafic au-delà des premières minutes…)
    - trafic vers des plates-formes de services
        - centres de relations clients
        - consultations de soldes de comptes
        - chargement de cartes (en mode commuté)
        - etc.
    - Trafic des services d'urgence

Le trafic est entré dans la liste des services retenus pour le réseau considéré. Si cette liste de services n'est pas totalement pertinente, il faut ajuster les données dans la liste existante en tenant compte du fait que ce qui différencie les services sont les facteurs de routage de ces services: si deux services ne diffèrent pas en termes de facteurs de routage, il n'y a aucun inconvénient à les agréger.

Les liaisons louées font l'objet d'un développement spécifique.

Les facteurs de routage sont le nombre moyen d'éléments de réseau emprunté par un service donné pour son acheminement. Certains facteurs de routage sont estimés par défaut. Il y a lieu de les valider pour tous les services considérés. Si les facteurs de routage par défaut proposés ne conviennent pas, il est possible d'y substituer de nouvelles valeurs dans la feuille NodeRoutFacts ou LinkRoutFacts du tableur. Ces feuilles ne laissent apparaître que les services pour lesquels le trafic est non nul. Il faut donc renseigner le trafic avant de travailler les facteurs de routage.

On doit adapter les facteurs de routage à la façon dont on interprète les nœuds du réseau.

4. Informations sur les coûts unitaires

Pour chaque élément de réseau, on trouvera en lignes 130 à 150 pour les nœuds et 56 à 72 pour les liens les coûts unitaires et les paramètres de coût utilisés pour le calcul du coût du réseau. Une table de coûts par défaut (en euros) est présente dans le modèle. Cette table a été constituée à partir des multiples analyses de coût menées dans le cadre d'audits des terminaisons d'appel. Il s'agit de coûts moyens constatés sur la période 2008-2012 dans des contextes relativement différents. Chaque élément de coût peut être modifié dans la colonne qui précède celle des coûts par défaut, en les exprimant alors en monnaie locale.

Les coûts unitaires des éléments de réseau sont généralement constitués de plusieurs composantes. S'il existe un inducteur de coût majeur pour un élément de réseau (par exemple le nb de TRX pour une BTS), on postule une relation linéaire du type:

Coût élément de réseau = coût fixe + coût variable (coût par inducteur) * Nb d'unités de cet inducteur

A travers le relevé des prix consentis par les fournisseurs dans les contrats selon le niveau des inducteurs de coûts retenus, il est possible d'extraire les parties fixes et variables de ces fonctions de coûts unitaires.

L'information sur les coûts unitaires suppose donc un travail approfondi d'analyse des contrats. Comme il s'agit de prix actuels, il convient d'analyser des contrats récents (années n et n-1).

Pour chaque type d'équipement, on cherchera donc à extraire selon les éléments de coûts présents dans le modèle (lignes 130-150 pour les nœuds et 56-73 pour les liens):

- parties fixe et variable de chaque élément
- coût de l'alimentation électrique en distinguant des éléments juste raccordés au réseau électrique, des éléments alimentés ou secourus par des générateurs électriques ou par des panneaux solaires.
- matériel importé ou non
- coûts d'installation (en % du coût des matériels)
- coûts d'exploitation (par exemple pièces détachées annuelles, contrats de maintenance…) rapportés au coût unitaire de l'équipement (en %)
- tendance d'évolution annuelle des prix (en %) positive ou négative.
- coûts liés au transport et à l'assurance des équipements du fournisseur au site (transport international et domestique)
- éventuellement droits de douane et de transit du matériel

On indiquera dans le classeur de collecte à droite de chaque élément de réseau les contrats, montants et caractéristiques qui ont permis de calculer ces valeurs.

Dans cette décomposition des coûts, il conviendra de ne pas compter en deux postes différents des coûts identiques. Par exemple, une BTS installée sur un site verra son coût décomposé dans de multiples équipements:

- coût de la BTS elle-même (son électronique (ses TRX), ses équipements accessoires (shelter ou non)…) répartis entre partie hard et soft, partie fixe et variable (selon le nombre de TRX)
- coût de son alimentation électrique, selon la nature de l'alimentation
- coût de son site (foncier, clôture, maison de gardien, etc.)
- le coût du pylône, son installation, seront comptabilisés avec les pylônes.
- Le coût de l'électronique de transmission (optique/ hertzienne/ satellitaire) sera comptabilisée avec les trajets optiques/ hertziens/ satellitaires.

Des provisions pour coûts communs seront appliquées sur l'ensemble des coûts. Des provisions pour équipements complémentaires non listés sont également appliquées de façon systématique (par exemple, les équipements d'exploitation et de maintenance).

Pour les équipements recourant au spectre (BTS, faisceaux, satellites), une case spécifique dans le tableau des coûts est prévue pour intégrer le montant des frais d'usage du spectre. On y placera les frais perçus à ce titre, pour chaque catégorie d'équipements, par l'organisme de régulation approprié.

5. Informations nécessaire au calcul du coût du capital

L'appréciation générale des coûts nécessite la connaissance des droits appliqués aux équipements et des frais d'assurances et de transports appliqués sur l'acheminement des matériels sur leur lieu d'installation. A ce titre sont donc requis pour les matériels importés:

- Les frais de douane et de transit, qui sont, en moyenne, applicables aux équipements importés. Ces frais seront systématiquement imputés sur les coûts unitaires des équipements déclarés comme importés. Des coefficients ajustés à chaque type d'équipement peuvent être entrés sur chaque composante de coût. Dans certains pays il existe une exonération de droits de douane sur les premiers exercices: on n'entrera alors que le niveau des droits de transit.
- Les frais de transport et d'assurance moyens pour les équipements formant les éléments de réseau.

Pour ces deux données, une spécification individuelle peut avoir lieu sur chaque équipement, le taux entré en feuille Financial étant un taux générique appliqué à tous les équipements, dès lors que des taux spécifiques à un équipement ne sont pas renseignés, sur chaque tableau de coût unitaire..

Les informations nécessaires au calcul du coût du capital sont réduites, mais de grande importance.

Il est nécessaire d'avoir une décomposition de la dette de l'opérateur selon les composantes de cette dette et pour chaque composante le niveau de la rémunération versée.

Les composantes les plus fréquemment rencontrées de dette sont les suivantes (pour chaque composante, il est nécessaire d'indiquer la rémunération consentie par le prêteur, y compris les mises à disposition de ressources financières gratuites):

- emprunts auprès du secteur bancaire, par prêteur
- avance d'actionnaire ou prêt des actionnaires, par actionnaire
- dettes d'exploitation:
    - dettes fournisseurs, par fournisseur (d'investissement ou d'exploitation)
    - dettes diverses (notamment, frais de licence non versés, dettes d'interconnexion,…)
    - dettes auprès des clients (par exemple, unités prépayées non utilisées – produits constatés d'avance)

Les dettes fiscales et sociales ne seront généralement pas considérées, comme toutes les dettes dues et non encore appelées. Ces dettes seront entrées dans le tableau E28:H39 de la feuille 'financial'. Leur montant total devra être compatible avec ce qui est mentionné dans le bilan de l'opérateur comme dettes à long et court terme. En général, les dettes d'exploitation ne sont pas considérées dans le coût du capital: mais leur ampleur dans le secteur des télécommunications, et la stratégie délibérée de certains opérateurs à multiplier les incidents de règlement pour les gonfler, conduit à les considérer dans l'endettement global. Si elles restent à un niveau "normal", il sera logique de ne pas les considérer.

Chez de nombreux opérateurs, où il existe une part importante de l'endettement obtenu à coût nul (dettes fournisseurs d'équipements ou d'exploitation, dettes clients…), il pourra être

logique de prendre en compte cette ressource financière principalement hors exploitation. De ce fait, le coût pondéré de la dette peut être extrêmement bas, tirant vers le bas le coût du capital. Certains opérateurs ont alors un accès à la ressource financière à un coût très faible.

Toutefois, selon les règles et pratiques comptables en vigueur, certains flux apparaissent à la fois en passif et en actif, dans l'attente d'un règlement compensatoire. On propose de retenir les principes suivants dès lors qu'on prend en compte les dettes d'exploitation:

- toutes les dettes portant intérêt sont prises en compte.
- Pour toutes les autres dettes, notamment celles mentionnées ci-dessus (dettes fournisseurs, dettes d'interco, dettes de licence, produits constatés d'avance…), on calculera la différence entre le passif circulant (hors dettes fiscales et sociales et hors dettes prises en compte car portant intérêt) et l'actif circulant (hors stocks et marchandises): si cette différence est négative (actif>passif), on ne retiendra aucune dette dans le calcul de l'endettement; si cette différence est positive (passif>actif), on retiendra la différence comme dette à coût nul dans le tableau d'endettement.

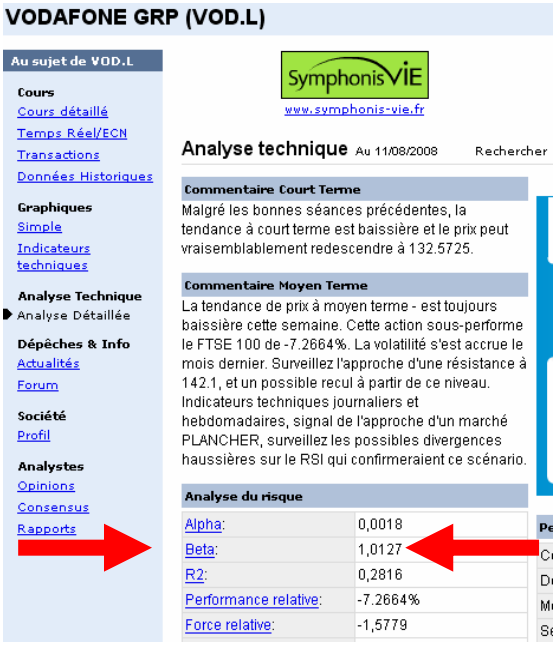
Les capitaux propres de la firme (fonds propres, réserves, résultats accumulés…) seront entrés en cellule G26. Quand les capitaux propres sont négatifs, on les prendra égaux à 0. L'endettement sera d'autant plus important pour combler de déficit de capitaux propres: il devrait logiquement voir son coût augmenter. Tous les paramètres relatifs à la rémunération des fonds propres ne jouent alors pas.

Quatre autres éléments d'information sont nécessaires que l'opérateur présentera avec les éléments justificatifs permettant au régulateur de juger de leur pertinence:

- le taux sans risque proposé: il s'agira du taux sans risque international éventuellement augmenté du risque pays tel qu'évalué par des organismes internationaux
- le taux avec risque sur actions: rémunération attendue du marché financier principal auquel recoure l'opérateur (taux moyen de l'indice de référence de la place financière): il ne s'agit en aucun cas de la rémunération accordée par l'opérateur à ses actionnaires qui peut être bien plus importante[5].
- le coefficient béta de l'opérateur s'il est calculé (pour les opérateurs côtés – avec mention des sources et documents justificatifs) ou d'opérateurs équivalents (pour les opérateurs non côtés). On trouvera le calcul des bétas sur les sites financiers (par exemple http://fr.finance.yahoo.com/ en ouvrant les analyses techniques détaillées – cf. exemple ci-dessous pour Vodafone):
- Le taux d'imposition des bénéfices de l'opérateur

Le coefficient béta doit être voisin de1: rappelons qu'il s'agit d'une covariance de la variation de valeur de l'opérateur par rapport à la variation de valeur de la place financière de référence: un opérateur plus volatil que la place aura un béta supérieur à 1, un opérateur moins volatil un béta inférieur à 1 (la plage commune des bétas des valeurs télécoms se situent depuis 2000 entre 0.7 et 1.3). La crise économique de 2008 les abaisse, ces valeurs souffrant moins que la moyenne des valeurs cotées.

[5] On se reportera pour comprendre la formation du coût du capital à la littérature sur le coût moyen pondéré du capital et sur la théorie du medaf, par exemple:
http://en.wikipedia.org/wiki/Weighted_average_cost_of_capital
http://en.wikipedia.org/wiki/Capital_asset_pricing_model


VODAFONE GRP (VOD.L)
Au sujet de VOD.L
Cours
Cours détaillé
Temps Réel/ECN
Transactions
Données Historiques
Graphiques
Simple
Indicateurs techniques
Analyse Technique
Analyse Détaillée
Dépêches & Info
Actualités
Forum
Société
Profil
Analystes
Opinions
Consensus
Rapports
SymphonisVIE
www.symphonis-vie.fr
Analyse technique Au 11/08/2008
Rechercher
Commentaire Court Terme
Malgré les bonnes séances précédentes, la tendance à court terme est baissière et le prix peut vraisemblablement redescendre à 132.5725.
Commentaire Moyen Terme
La tendance de prix à moyen terme - est toujours baissière cette semaine. Cette action sous-performe le FTSE 100 de -7.2664%. La volatilité s'est accrue le mois dernier. Surveillez l'approche d'une résistance à 142.1, et un possible recul à partir de ce niveau. Indicateurs techniques journaliers et hebdomadaires, signal de l'approche d'un marché PLANCHER, surveillez les possibles divergences haussières sur le RSI qui confirmeraient ce scénario.
Analyse du risque
Alpha: 0,0018
Beta: 1,0127
R2: 0,2816
Performance relative: -7.2664%
Force relative: -1,5779

Ces éléments permettent de calculer le coût du capital selon la formule du WACC:
Coût du capital = coût de la dette*part de la dette dans la ressource financière + coût des fonds propres*part des fonds propres dans la ressource financière.

Le coût du capital retenu est un coût avant impôts. L'entreprise ayant un intérêt à s'endetter (puisque les impôts, contrairement aux dividendes, dont déductibles du résultat imposé), le coût du capital après impôt consiste à multiplier par (1-t) le coût de la dette, t étant le taux d'imposition. Le coût du capital avant impôt est le coût du capital après impôt divisé par ce facteur (1-t). S'agissant du taux réglementaire utilisé pour la tarification de l'usage d'un capital immobilisé, c'est le taux de rémunération du capital avant impôt qui prévaut.

L'amortissement économique des actifs immobilisés sera obtenu en divisant leur coût par un facteur PHI tenant compte du coût du capital et de la durée de vie. Cette fonction PHI apparaissant dans les formules du modèle est codée dans une macro du tableur. Son expression est la suivante:

$$\varphi^{N}{}_{i} = \sum_{1}^{N} \frac{1}{(1+i)^{n}} = \frac{(1+i)^{N}-1}{i(1+i)^{N}}$$

Dans laquelle i est le coût du capital et N la durée de vie de l'équipement.

D'autres informations sont nécessaires, notamment en ce qui concerne le personnel.

La ventilation du personnel par grande fonction est requise (personnel moyen de l'année et en fin d'année) et l'affectation du personnel du réseau (opérant les éléments de réseau retenus comme assiette pertinente pour le calcul des coûts d'interconnexion) selon les éléments de réseau (nœuds et liens) est également requise.

6. Informations comptables

L'opérateur fournira les éléments comptables suivants issus du grand livre des comptes au niveau le plus fin (comptes à 6 chiffres):

- Dépenses d'exploitation (comptes de la classe 6, principalement les comptes 60 à 66)
- Actifs (comptes 20 à 24)
- Recettes (comptes 70)

On entrera les postes au niveau le plus fin de ces comptes sur l'onglet **top-down** (comptes 20 à partir de la ligne 577 et 60 à partir de la ligne 71) et sur l'onglet **revenue** (comptes 70).

Ces comptes seront affectés analytiquement avec les clés disponibles de façon à rapprocher les éléments issus du modèle des éléments comptables. Pour ce faire, en face de chaque poste comptable, on entrera le numéro d'une des clés disponibles présentes ou ajoutées dans le tableau du haut de page correspondante: le compte se ventilera automatiquement selon la clé entrée dans la colonne F.

Les résultats de ces calculs seront utilisés à différentes fins, notamment pour estimer un mark-up de coûts joints et communs.

On veillera à bien affecter les frais d'interconnexion encourus dans les comptes 60 et les recettes d'interconnexion dans les comptes 70 de façon à pouvoir estimer la balance d'interconnexion de l'opérateur.

7. Informations diverses

L'opérateur fournira également diverses informations additionnelles:

- Informations sur le personnel employé.
  Il est demandé une ventilation des effectifs employés et actifs, soit en moyenne sur l'exercice (préférable car cohérent avec la masse salariale), soit en fin d'exercice.
  Cette ventilation devra notamment faire ressortir l'effectif employé pour l'exploitation du réseau (mais pas pour sa construction, ces coûts étant pris en charge dans le coût des équipements immobilisés). Cet effectif sera ventilé, souvent de façon arbitraire, entre l'exploitation des nœuds et des liens. En règle générale, l'effectif d'exploitation ne dépasse pas 20% du total des effectifs.
- Montant de la masse salariale, toutes charges incluses, montant que l'on trouve dans la liasse fiscale, de façon à calculer un salaire annuel moyen (toutes charges comprises)
- Enfin, on donnera également ici le tarif des liaisons louées au titre du catalogue d'interconnexion.

8. Alimentation du modèle

Une fois les informations collectées et validées, elles seront entrées dans le modèle selon la séquence présentée dans la partie suivante. On trouvera ci-dessous une séquence rapide pour les cas simples:

- Après avoir ouvert le modèle, on n'oubliera pas d'activer le "contenu" dans la case option qui s'affiche en tête de tableur.
- On commencera (après avoir éventuellement modifié la langue de travail du modèle) par qualifier le réseau modélisé, en cochant dans la feuille "menu" les onglets pertinents (lignes 96 à 104). Les éléments de réseau standard apparaissent alors dans les tableaux suivants, pour les nœuds comme pour les liens (lignes 115 à 137): on peut ajuster à ce niveau la liste des nœuds et liens présents dans le réseau en cochant ou décochant des éléments de réseau sur les listes des lignes 115 à 137. Pour faire apparaître ou disparaître les onglets correspondant à ces éléments de réseau, on utilisera les boutons présents sur les lignes 113 (nœuds) et 126 (liens).
- les informations de trafic (feuille services) seront entrées en premier lieu. On ne touchera pratiquement pas à la feuille gradient s'il n'y a pas de discrimination tarifaire horaire (cette feuille est en principe masquée).
- On renseignera ensuite la feuille financial, notamment les éléments permettant de calculer le coût du capital, les données sur le personnel et éventuellement le coût des achats de capacité. On ne touchera pas en principe à la feuille breakdown qui est également masquée.
- On pourra alors entrer les comptes de l'opérateur dans les deux feuilles top-down et revenue et procéder aux ventilations de chaque poste en affectant une clé en face de chaque poste.
- Les informations sur les éléments de réseaux seront alors entrées dans chaque feuille relative aux nœuds et liens concernés. Si les listes d'équipement sont bien préparées, cette entrée est rapide. On vérifiera chacune des listes pour s'assurer de sa pertinence et de sa cohérence.
- A ce stade, de premières estimations doivent être apparentes dans la feuille de pilotage (steering).
- On poursuivra en validant les facteurs de routage calculés et en les complétant et les ajustant selon l'architecture du réseau.
- On pourra alors tester la sensibilité du modèle en faisant varier certains paramètres, soit de la feuille de pilotage, soit des différentes feuilles du modèle.

9. Conclusion

La collecte d'information suppose un premier rassemblement d'informations de la part de l'opérateur. Mais, la collecte ne saurait s'arrêter à ce stade. Une interaction constante entre le régulateur et l'opérateur sera nécessaire de façon à s'assurer de la bonne compréhension des informations fournies et à permettre de compléter les informations ou pallier aux défaillances d'information de la manière la plus pertinente.

Une bonne collecte d'informations repose donc sur une étroite collaboration entre le régulateur et l'opérateur. La finesse des informations fournies garantit la meilleure prise en compte des caractéristiques technico-économiques des réseaux.

Validation séquentielle des données

Le tableau qui suit a pour objet d'une part d'indiquer un ordre rationnel d'introduction des données, d'autre part de mentionner les vérifications d'alimentation à effectuer avant toute analyse des résultats; pour ne pas l'alourdir, il ne traite que des données principales:

Onglet	**Données à copier des fichiers de collecte**	**Autres données à entrer éventuellement**
Menu		Entrer Pays/Opérateur/Année Préciser la nature du réseau et de ses éléments
Traffic	Feuille vierge pouvant recevoir les données de trafic détaillées de l'opérateur	
Services	Trafic de référence et sa croissance retenue	En bas des feuilles, données sur les liaisons louées par l'opérateur à d'autres réseaux
Accounts	Feuille vierge pouvant recevoir le bilan et le compte d'exploitation de l'opérateur	
Financial	Données de calcul du coût du capital (dettes notamment) et autres données financières; personnel et sa ventilation	En bas de la feuille, données sur les achats à d'autres réseaux de capacité par l'opérateur
Gradient		Correction éventuelle d'hypothèses
Breakdown		Correction éventuelle d'hypothèses
Top-Down	Comptes 60 à 66 Comptes 20 à 25	Procéder à l'affectation de clés sur chaque compte présent
Revenue	Comptes 70 Abonnés et tarifs	Procéder à l'affectation de clés sur chaque compte présent
Onglets _Nodexx	Entrer la liste des nœuds	Entrer éventuellement la redevance d'usage du spectre
LE 1		Correction éventuelle d'hypothèses
LE 2	Entrer les trajets optiques	
LE 3	Entrer les trajets hertziens	Entrer la redevance d'usage du spectre Entrer la répartition des pylônes
LE 4		Correction éventuelle d'hypothèses
LE 5		Correction éventuelle d'hypothèses
LE 6	Entrer les trajets satellitaires	Valider/modifier les coûts unitaires Entrer la redevance d'usage du spectre
LE 7		Correction éventuelle d'hypothèses
Routing		Vérifier les relations entre commutateurs
NodeRoutFacts		Vérifier les facteurs de routage automatiques et entrer les facteurs non renseignés automatiquement
LinkRoutFacts		Vérifier les facteurs de routage automatiques et entrer les facteurs non renseignés automatiquement
Node et LE		Valider/modifier les coûts unitaires
Steering		Valider les résultats

Les feuilles en vert ci-dessus sont renseignées ou proposées par défaut. Elles ne demandent que des validations ou corrections éventuelles.

IV. Guide détaillé d'utilisation du modèle

1. Onglet Menu, Interface

Le modèle est relativement simple à utiliser. Il comprend pour l'utilisateur qui ne souhaite pas entrer sans sa mécanique une interface synthétique située sur la feuille **Menu**.

Le modèle a été écrit pour fonctionner comme un classeur du logiciel Microsoft Excel. Compte tenu des macros utilisées, il nécessite le recours à la version 2003 et suivantes de MS Office Excel ©.

A la première ouverture du programme, il est demandé à l'utilisateur s'il veut activer les macros qui y sont présentes (dénommé le contenu dans la dernière version d'Excel au sein de l'avertissement de sécurité qui s'affiche en tête de la feuille). Si ce programme a été téléchargé directement par l'utilisateur d'un site sûr, l'utilisateur peut lancer l'activation des macros (i.e. du contenu), indispensables aux fonctions de la feuille **Menu** et au reste de l'interface, réalisée en VBA.

En version Excel 2003, si le programme refuse d'activer les macros, c'est que la sécurité d'Excel défini par l'utilisateur est placée au maximum. Il faut alors aller dans **Tools/Macro/Security** (**Outils/Macro/Sécurité**) et choisir une sécurité **medium** ou **low** (**moyenne** ou **basse**). Pour y accéder, il faut avoir une feuille de calcul ouverte!

Par ailleurs, le modèle comportant un grand nombre de formules, il est nécessaire pour qu'il fonctionne correctement de changer les paramètres de calcul par défaut d'Excel. Dans le menu **Tools/Options/Calculation** (**Outils/Options/Calcul**), il faut régler le nombre maximal d'itérations sur 10 000. On peut également demander une sauvegarde manuelle, la sauvegarde automatique pouvant ralentir fortement l'usage du programme: en ce cas, ne pas oublier de sauvegarder le modèle après chaque étape d'alimentation.

a. Intitulé et usage du classeur

Il est conseillé à chaque utilisateur de conserver une version vierge du modèle sous un nom générique. Dès qu'une modélisation s'initie, il est nécessaire de sauvegarder le modèle sous un nom explicite du type 'Pays_Opérateur_Année_Interco'.

Sur l'onglet Menu, il faut tout d'abord entrer la dénomination de la modélisation en renseignant le nom du pays, le nom de l'opérateur et l'année de modélisation. Pour l'année, nous conseillons d'entrer non l'année dans laquelle la modélisation est opérée, mais l'année qui caractérise les données utilisées (le trafic, les comptes…).

Nous conseillons de conserver dans le classeur toutes les données brutes à partir desquelles les données requises par le modèle seront extraites, notamment pour assurer un suivi cohérent d'année en année de la modélisation. Ainsi, les données mensuelles de trafic et de parc

pourront être conservées dans l'onglet vierge créé à cet effet et dénommé 'traffic'; les éléme,ts centraux de la liasse fiscale (compte d'exploitation et bilan) pourront être entrés dans l'onglet vierge créé à cet effet et dénomme 'accounts'; les données relatifs aux effectifs, dans leur forme "brute", pourront être conservées à droite du tableau des effectifs dans l'onglet 'financial'. Ceci permettra l'année suivante de garder la mémoire de la façon dont l'utilisateur du modèle est passé des données brutes aux données introduites dans le modèle.

b. Choix des langues

La première étape est le choix des langues. Celle-ci peut être changée à tout moment à l'aide d'une liste de choix prévue à cet effet, sur la feuille **Menu**. Pour l'instant, l'anglais, le français et l'espagnol sont disponibles comme langues de travail, mais l'ajout de nouvelles langues est grandement facilité (voir mode d'emploi administrateur : V.A.1)).

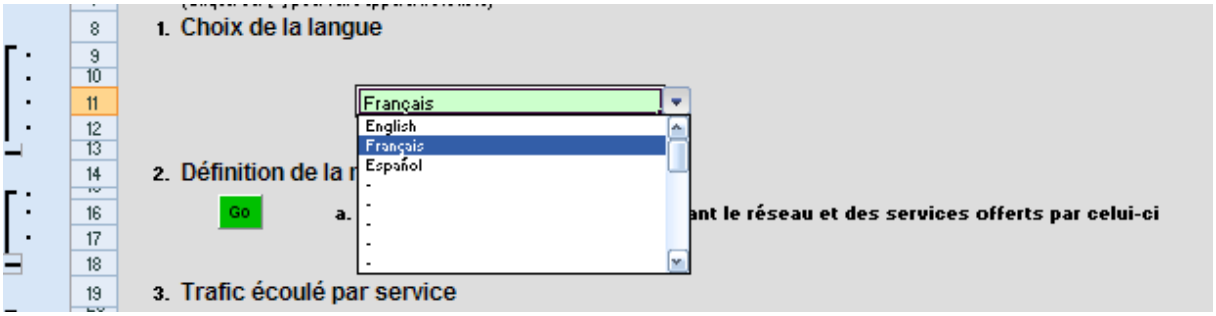


Figure 1 – choix des langues

Si cette boîte de dialogue n'est pas visible directement sur l'onglet, c'est sans doute que vous n'avez pas déroulé le groupe **Choix de la langue**. Vous pouvez le faire en cliquant sur le [+] sur la gauche de la feuille Excel.

c. Barre d'outil de l'onglet Menu

En haut de l'onglet **Menu**, une barre d'outils comporte 3 boutons :

*Figure 2 – barres d'outils de l'onglet **Menu***

- **Réinitialiser tous les statuts** (***Re-initialize all statuses***)

Afin de se repérer dans l'avancement du renseignement des hypothèses du modèle, un code couleur a été mis en place. Des boutons situés en haut de chaque onglet peuvent prendre plusieurs couleurs, représentant l'état d'avancement dans le remplissage de l'onglet :

Code couleur :

- Rouge : aucune hypothèse n'a encore été renseignée sur l'onglet.
- Orange : l'onglet est en cours de remplissage.
- Vert : toutes les hypothèses nécessaires sur l'onglet ont bien été renseignées.
- Gris : pour les onglets de type **_Node** et **_LE**, signifie qu'ils sont désactivés car ne correspondant pas à des éléments du réseau considéré. Le choix de l'activation ou non de ces onglets s'effectue sur l'onglet **Network** (voir I.B.2.a),

Ce bouton permet de désactiver tous les éléments de réseau qui auraient pu être choisis sur l'onglet **Network**, de rendre gris (= statut inactivé) tous les boutons des onglets de type **_Node** et **_LE**, de rendre rouge tous les boutons des autres onglets (= statut non rempli), et de cacher tous les onglets optionnels.

- **Afficher tous les onglets** (***Display all worksheets***)

Ce bouton, utile pour les administrateurs, permet d'afficher tous les onglets du modèle, y compris les onglets qui ne doivent en principe être modifiés tels que **_lang_** (voir Administration>Gestion des langues : V.A.1)) et **_Network_** (voir Administration> Modification ou création de typologies de réseaux V.A.2)).

- **Cacher les onglets optionnels** (***Hide optional worksheets***)

Ce bouton permet de cacher tous les onglets « optionnels » et de ne laisser apparent que les onglets « essentiels » : **Menu**, **Top-Down**, **Results**, **Network**, **Services**, **Gradient**, **Financial**, **Breakdown**, **NodeRoutFacts**, **LinkRoutFacts**

Tous les onglets de type **_Node** et **_LE** ainsi que les onglets **_Links**, **_lang_** et **_Network_** sont cachés.

d. Autres boutons de l'onglet Menu

Pour simplifier le renseignement des hypothèses, le modèle se décompose en 7 étapes, détaillées sur l'onglet **Menu**. A chacune des étapes correspondent 1 ou plusieurs onglets à remplir.

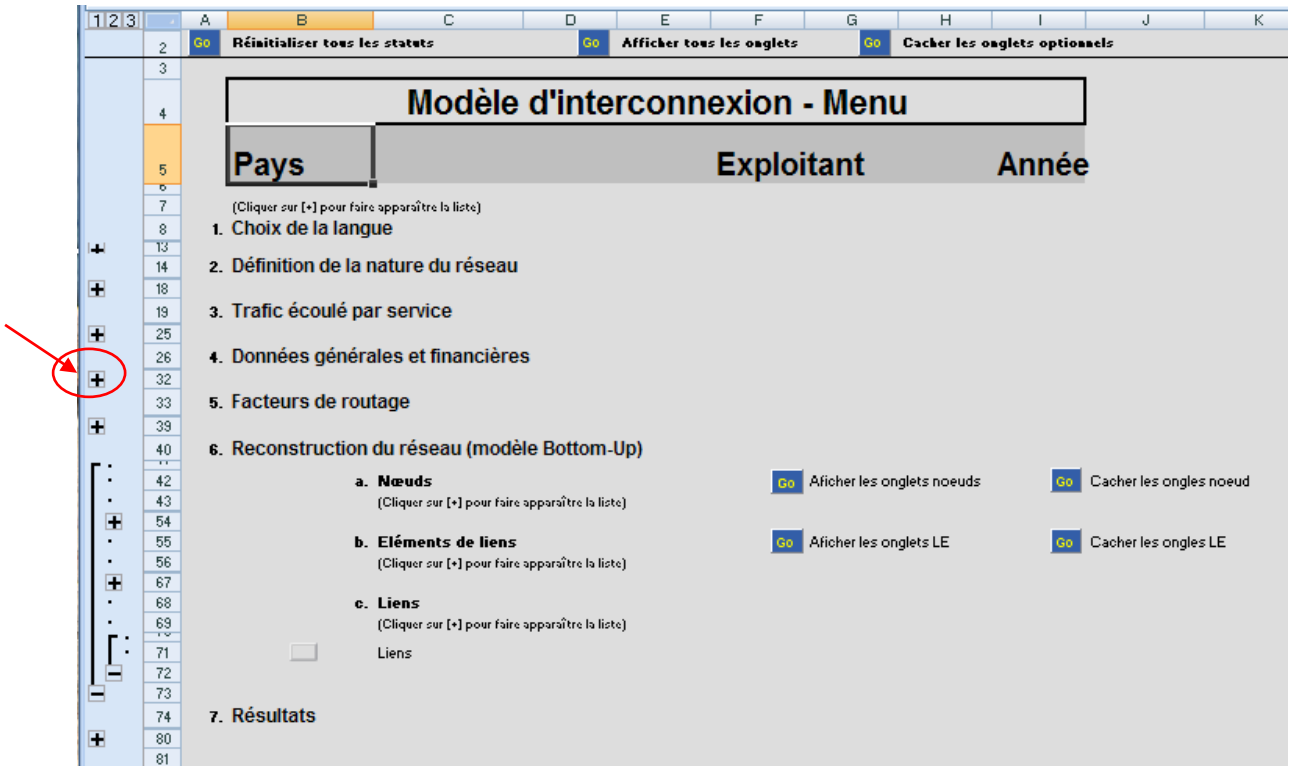

Go Réinitialiser tous les statuts
Go Afficher tous les onglets
Go Cacher les onglets optionnels
Modèle d'interconnexion - Menu
Pays
Exploitant
Année
(Cliquer sur [+] pour faire apparaître la liste)
1. Choix de la langue
2. Définition de la nature du réseau
3. Trafic écoulé par service
4. Données générales et financières
5. Facteurs de routage
6. Reconstruction du réseau (modèle Bottom-Up)
a. Nœuds
(Cliquer sur [+] pour faire apparaître la liste)
Go Afficher les onglets noeuds
Go Cacher les onglets noeud
b. Eléments de liens
(Cliquer sur [+] pour faire apparaître la liste)
Go Afficher les onglets LE
Go Cacher les onglets LE
c. Liens
(Cliquer sur [+] pour faire apparaître la liste)
Liens
7. Résultats

*Figure 3 – Etapes de l'onglet **Menu***

Pour voir le détail des étapes, il suffit de cliquer sur les [+] situés à gauche de la feuille Excel, ou en choisissant un niveau d'affichage des groupes (1, 2 ou 3) en haut à gauche. Une fois affiché le détail des onglets de l'étape, des boutons de couleur, rappelant l'état d'avancement du remplissage des onglets, permettent par un simple clic d'aller sur l'onglet choisi.

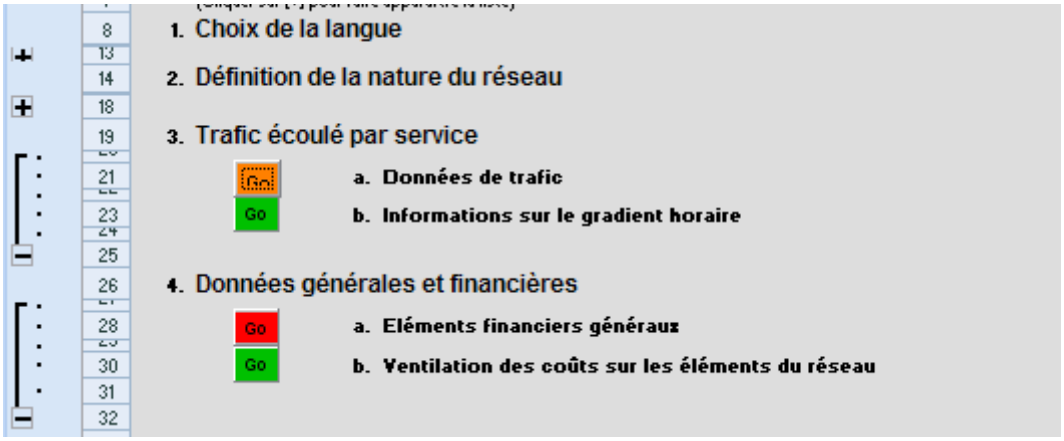

1. Choix de la langue
2. Définition de la nature du réseau
3. Trafic écoulé par service
Go
a. Données de trafic
Go
b. Informations sur le gradient horaire
4. Données générales et financières
Go
a. Eléments financiers généraux
Go
b. Ventilation des coûts sur les éléments du réseau

Figure 4 – Boutons de navigation

Par ailleurs, en fonction des options sélectionnées sur l'onglet **Network** (voir III.B.2.a), les boutons de l'étape **6. Reconstruction du réseau**, peuvent être actifs ou non.

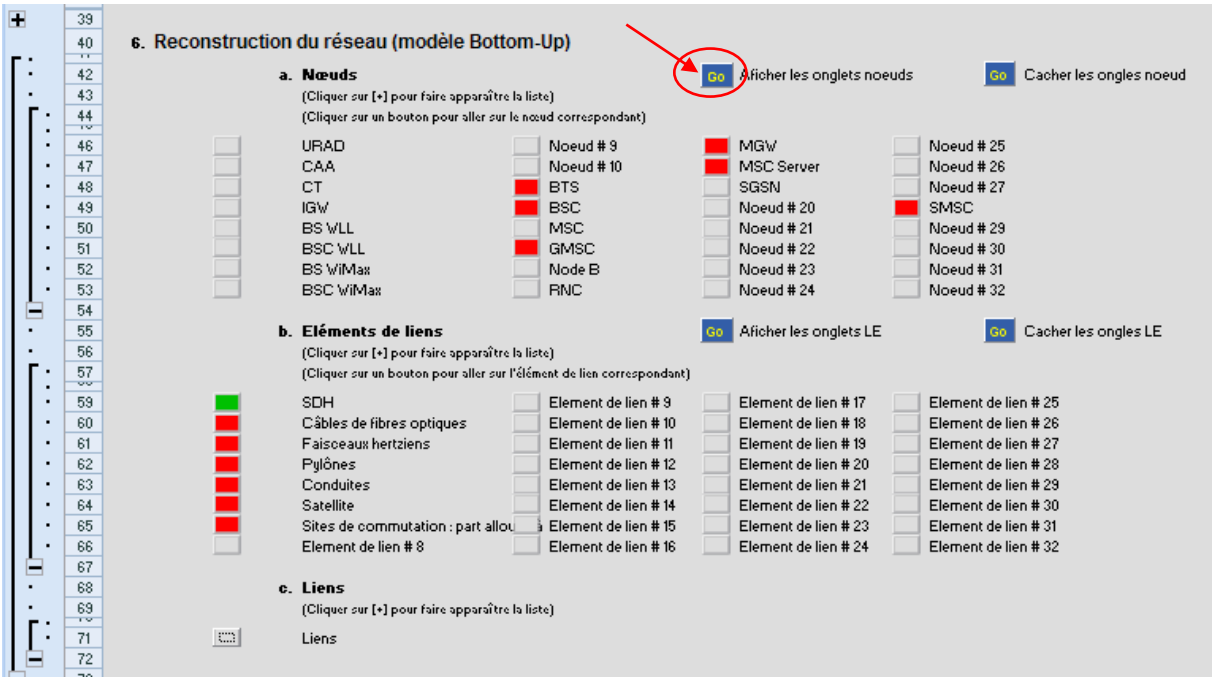


*Figure 5 – Boutons de l'étape 6 (Onglet **Menu**)*

Seuls les boutons coloriés (de couleur verte, orange ou rouge) sont actifs. Un simple clic permet encore un fois d'aller sur l'onglet désiré. Les boutons gris sont inactifs.

Des checkboxes permettent en outre d'afficher tous les onglets correspondant à des éléments de réseau disponibles pour le réseau considéré, ou bien de cacher les onglets de tous les nœuds ou liens.

e. Barres de navigation des autres onglets

En haut de chacun des onglets, une barre de navigation figée est disponible.

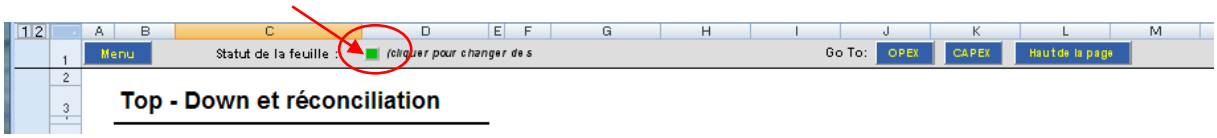


Figure 6 – Barre de navigation

Elle comporte un bouton **Menu**, permettant de retourner sur l'onglet **Menu**. Ainsi qu'un bouton dont la couleur peut être changée par simple clic. La séquence est « rouge, orange, vert, rouge, etc. ». La couleur de ce bouton est rappelée sur le bouton correspondant de l'onglet **Menu**. C'est par ce système, que l'utilisateur doit gérer lui-même, que l'état d'avancement dans le remplissage du modèle est connu.

Sur de nombreuses feuilles où des informations sous forme de listes doivent être fournies, un ou plusieurs boutons peuvent apparaître. Sur l'exemple ci-dessus de l'onglet 'top-dwon', un bouton permet d'aller directement à la liste des dépenses d'exploitation (opex) et un autre à la liste des dépenses en capital (capex) qui se situent bien plus bas dans la même feuille. Dans le cas de listes, un bouton haut de page permet de revenir en tête de la page en refermant toutes les listes et développés ouverts.

2. Etapes

a. Choix des langues (*Language selection*)

Une fois que la langue a été choisie, l'utilisateur peut commencer à remplir les hypothèses du modèle.

b. Définition de la nature du réseau (*Network nature specification*)

- **Définition des éléments constituant le réseau et des services offerts par celui-ci (*Network elements and services specification*) : bas de la page menu**

Un certain nombre de typologie de réseaux ont été prédéfinies. A chacune de ces typologies correspondent des nœuds, des éléments de lien, et des services particuliers. Il est donc nécessaire de spécifier un type de réseau prédéfini qui va faire apparaître les onglets nécessaires au modèle.

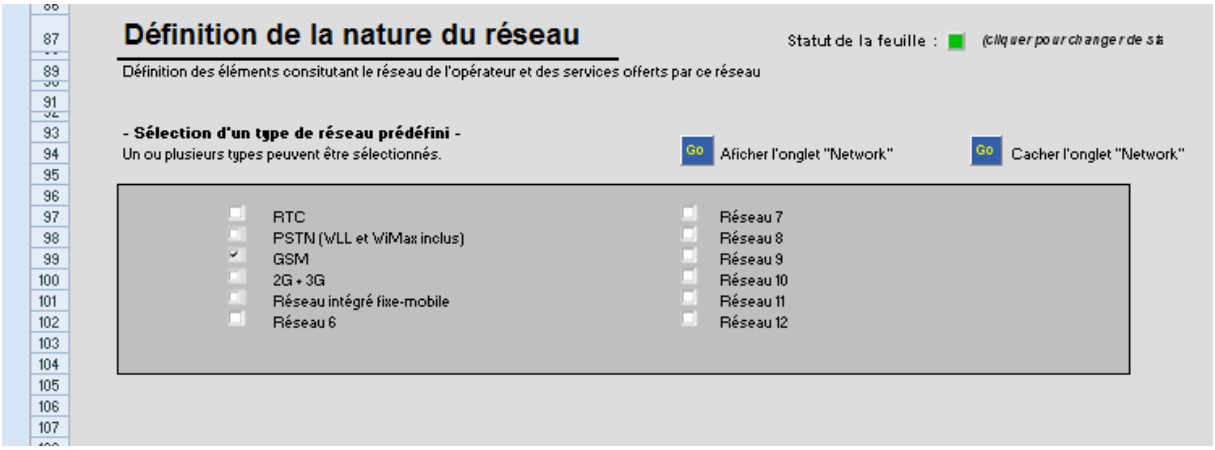


Figure 7 – Sélection du ou des types de réseaux

Une ou plusieurs typologies de réseaux types peuvent être sélectionnées. Cela sélectionne automatiquement les éléments et services correspondants. Ces typologies par défaut peuvent être modifiées ou d'autres peuvent être crées, via l'onglet **_Network_**, disponible en cochant la case **Afficher / masquer l'onglet 'Network'** (voir V.A.2.c)).

Le premier réseau correspond à un réseau RTC simple sans BLR. Le deuxième à un réseau RTC avec BLR, soit CDMA, soit WiMax. Le troisième est un réseau GSM 2G, le quatrième un réseau GSM intégrant des équipements 2G et 3G, le cinquième un réseau intégré fixe-mobile.

Dans l'exemple ci-dessous, on présente d'une part, les éléments de réseau mobilisés par un réseau GSM, et les services qui lui sont associés. .

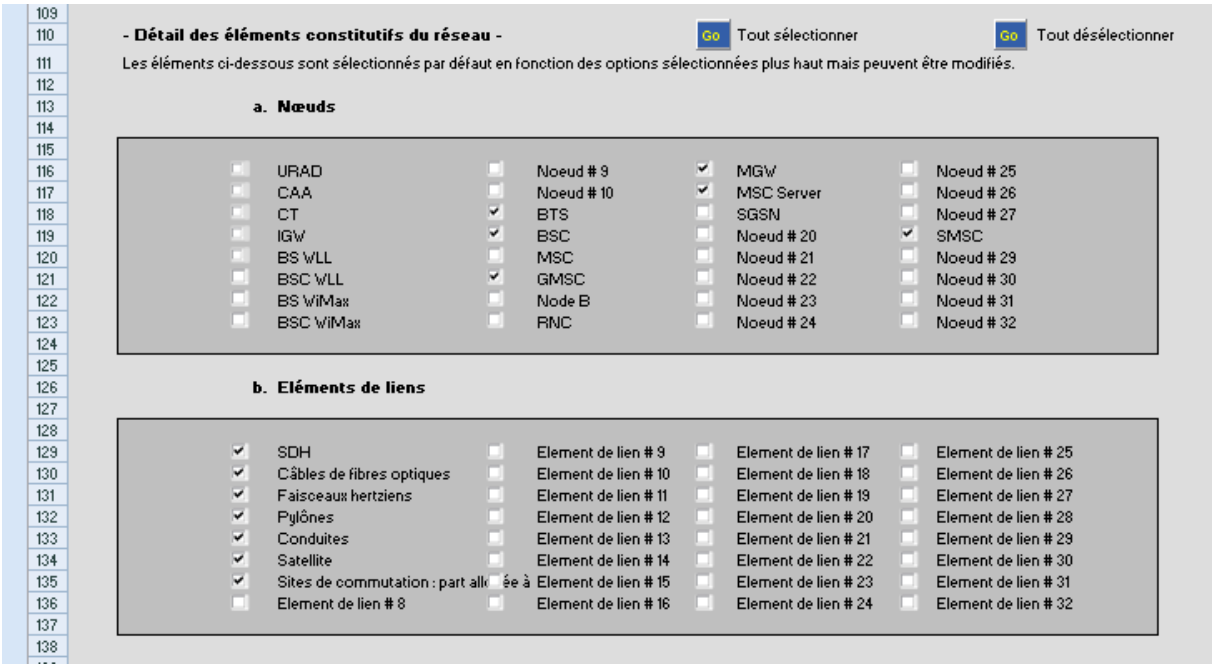


Figure 8 – Eléments d'un réseau de type GSM

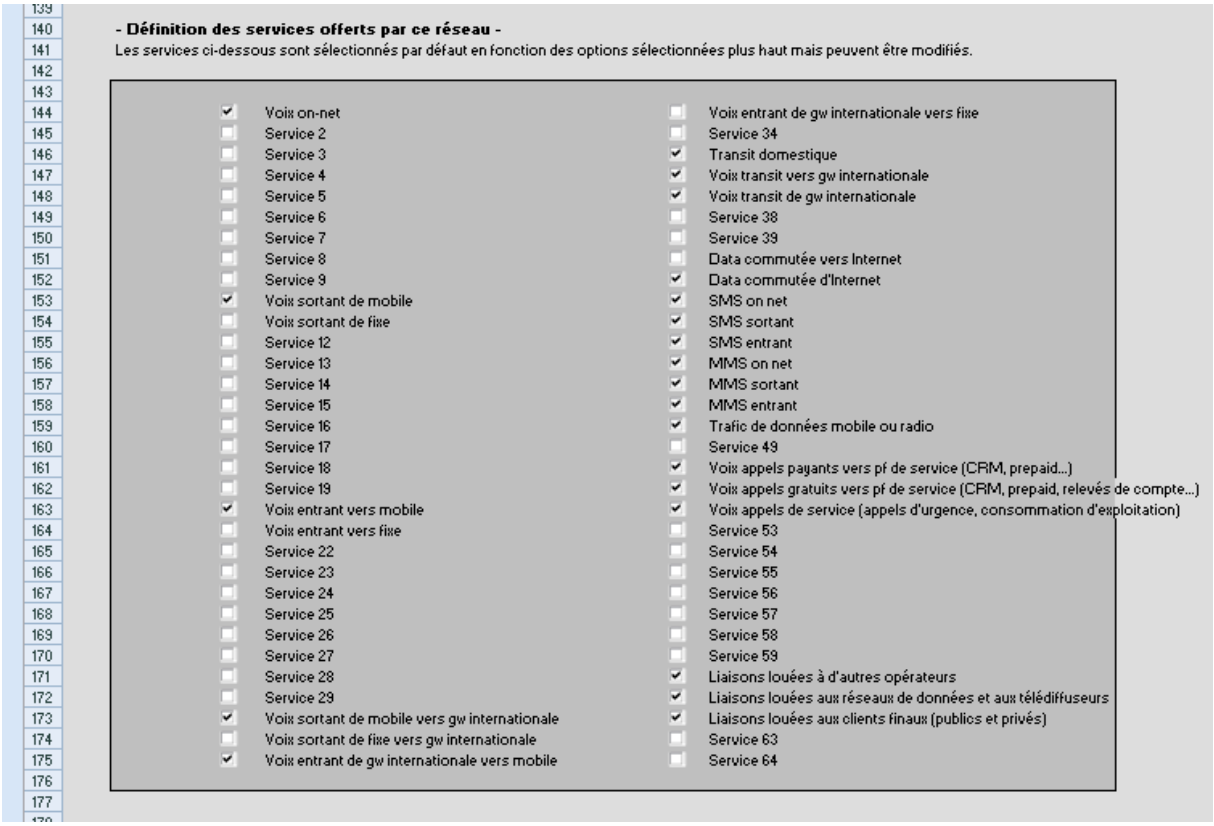


Figure 9 – Services d'un réseau de type GSM

L'utilisateur peut en outre, après avoir sélectionné une ou plusieurs typologies de réseaux, cocher ou décocher des éléments ou des services pour représenter le plus fidèlement possible le réseau dont il veut modéliser les coûts.

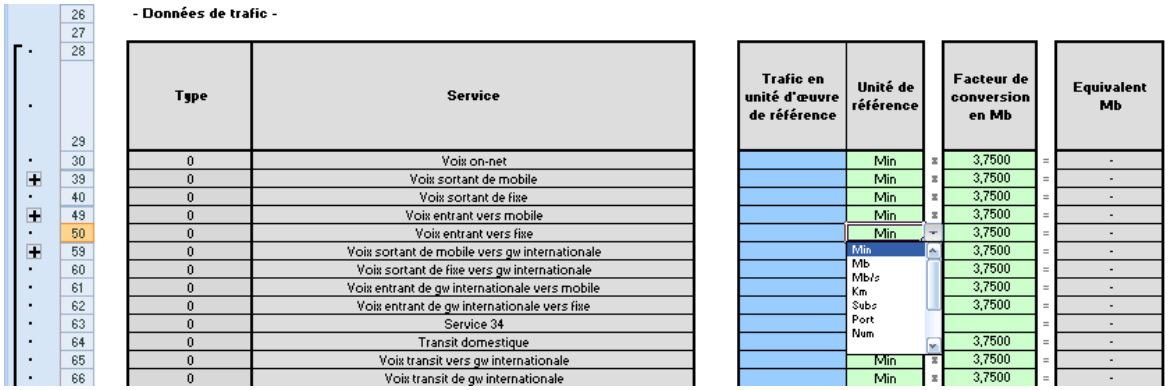
Les boutons correspondants aux nœuds et aux éléments de lien sélectionnés sont activés et disponibles sur l'onglet **Menu** (leur couleur passant ainsi du gris au rouge).

c. Trafic écoulé par service (*Traffic per service*)

Une fois la typologie de réseau déterminé ainsi que les services qu'il offre, des hypothèses sur le trafic relatif à ces services doivent être nécessairement renseignées. C'est ce que permettent les 2 onglets de l'étape 3.

- **Données de trafic (*Traffic data*) : onglet Services**

Un certain nombre de données concernant le trafic écoulé sur le réseau sont à renseigner sur cet onglet. Les services utilisables sont condensés sur une liste réduite, masquant les lignes non utilisées.



- Données de trafic -

	Type	Service	Trafic en unité d'œuvre de référence	Unité de référence		Facteur de conversion en Mb		Equivalent Mb
30	0	Voix on-net		Min	x	3,7500	=	-
39	0	Voix sortant de mobile		Min	x	3,7500	=	-
40	0	Voix sortant de fixe		Min	x	3,7500	=	-
49	0	Voix entrant vers mobile		Min	x	3,7500	=	-
50	0	Voix entrant vers fixe		Min	x	3,7500	=	-
59	0	Voix sortant de mobile vers gw internationale		Min	x	3,7500	=	-
60	0	Voix sortant de fixe vers gw internationale		Mb	x	3,7500	=	-
61	0	Voix entrant de gw internationale vers mobile		Mb/s	x	3,7500	=	-
62	0	Voix entrant de gw internationale vers fixe		Km	x	3,7500	=	-
63	0	Service 34		Subs	x		=	-
64	0	Transit domestique		Port	x	3,7500	=	-
65	0	Voix transit vers gw internationale		Num	x	3,7500	=	-
66	0	Voix transit de gw internationale		Min	x	3,7500	=	-

Figure 10 – Trafic par service

Pour chacun des services offerts par le réseau étudié, il faut renseigner ici le trafic en unité d'œuvre de référence. Une clé de conversion est ensuite utilisé pour obtenir un équivalent en Mb (ex : 3,7500 min/Mb = 64 kb/s * 60 s / 1024 kb/Mb pour le codage MIC utilisé sur le RTC pour la voix).

L'unité choisie dépend du service, comme le facteur de conversion, et ne doit être modifiée qu'en connaissance de cause par l'administrateur du modèle (impliquant dans ce cas là sans doute un changement du facteur de conversion).

On se reportera à la section sur le trafic pour comprendre la nature des informations à entrer.

D'autres paramètres, **renseignés par défaut**, peuvent être modifiés afin d'estimer un volume de trafic réel (colonne AB) qui prend en compte les appels infructueux, les temps de réponse et autres facteurs influents, ainsi que la croissance du trafic à prendre en compte (colonne M).

Si vous ne voyez pas ces paramètres affichés par défaut lorsque vous ouvrez cet onglet, cliquer sur le [+] en haut de la feuille pour développer le groupe correspondant.

Les formules peuvent être changées pour de nouveaux services ou pour modifier le calcul du trafic réel effectué ici. Des paramètres laissés libres sont disponibles à cet effet (voir V.A.3) Administration).

Les liaisons louées offertes par l'opérateur à d'autres opérateurs ou à des clients sont considérées comme des services. Le trafic que cela représente est à renseigner sur cet onglet

(et sur tous les onglets où apparaît ce service). Ce type de liaisons rentre dans les produits de l'opérateur (Cf. II-1). On se reportera à la section services pour avoir plus de précisions sur la détermination des coefficients de conversion.

Un tableau de synthèse en haut de cet onglet donne un récapitulatif du trafic.

- Recap

Trafic total		Trafic en unité d'œuvre de référence	Volume de trafic avec croissance	Equivalent Mb	Trafic prévisionnel (Mb)	Volume de trafic recalculé (Mb)
Min		-	-	-	-	-
Mb		-	-	-	-	-
Mb/s		-	-	-	-	-
Km		-	-	-	-	-
Subs		-	-	-	-	-
Port		-	-	-	-	-
Num		-	-	-	-	-
-		-	-	-	-	-
-		-	-	-	-	-
-		-	-	-	-	-
-		-	-	-	-	-
-		-	-	-	-	-
Total				-	-	-

- **Informations sur le gradient horaire (*Hourly gradient information*) : onglet Gradient**

Cet onglet permet de renseigner tout ce qui a trait à la répartition du trafic dans la journée et dans l'année, et permet de tenir compte des différences de tarifs suivant les heures.

Gradient

Autres informations de trafic / Calcul du gradient horaire (ratio)

- Autres informations de trafic / Calcul du gradient horaire (ratio) -

Service	Part de l'heure de pointe dans la journée	Trafic dans l'heure la plus chargée de l'année (en % du total)	Tarif plein			Tarif réduit		
			Trafic (%)	Tarif (100 = tarif de pointe)	Gradient	Trafic (%)	Tarif (100 = tarif de pointe)	Gradient
Voix on-net	9,00%	0,0247%	100%	100,00	100,00			-
Service 2	9,00%	0,0247%	100%	100,00	100,00			-
Service 3	9,00%	0,0247%	100%	100,00	100,00			-
Service 4	9,00%	0,0247%	100%	100,00	100,00			-
Service 5	9,00%	0,0247%	100%	100,00	100,00			-
Service 6	9,00%	0,0247%	100%	100,00	100,00			-
Service 7	9,00%	0,0247%	100%	100,00	100,00			-
Service 8	9,00%	0,0247%	100%	100,00	100,00			-
Service 9	9,00%	0,0247%	100%	100,00	100,00			-
Voix sortant de mobile	9,00%	0,0247%	100%	100,00	100,00			-
Voix sortant de fixe	9,00%	0,0247%	100%	100,00	100,00			-
Service 12	9,00%	0,0247%	100%	100,00	100,00			

Figure 11 – Aperçu des hypothèses sur la répartition du trafic

La part de l'heure de pointe dans la journée est prise égale par défaut à 9%. Un réseau très asymétrique (avec de très fortes pointes) pourra monter jusqu'à 10%, un réseau très étale descendre à 8% (un trafic totalement étale se situe à 1/24=4.16%). Pour les liaisons louées, on retiendra un ratio de 7%.

Si les services d'interconnexion sont uniformes (non modulés selon les horaires) on conservera à 100% la part du trafic du tarif plein, comme il est renseigné par défaut. Si au contraire, les services d'interconnexion sont modulés selon des plages horaires, on renseignera les informations requises sous les différentes formules tarifaires retenues comme pertinentes pour l'interconnexion. On indiquera alors:

- Dans les colonnes trafic, la part du trafic relevant du régime tarifaire considéré
- Dans les colonnes tarifs, le niveau du tarif de détail correspondant en % du tarif du plein tarif

Ceci pour tous les services concernés.

Cet onglet est renseigné par défaut et pré coché vert car le tarif de terminaison d'appel n'est généralement plus discriminé par plage horaire. Cet onglet est masqué, étant peu utilisé. Il est possible de le faire apparaître grâce au bouton afficher tous les onglets du menu.

d. Données générales et financières (*General and financial data*)

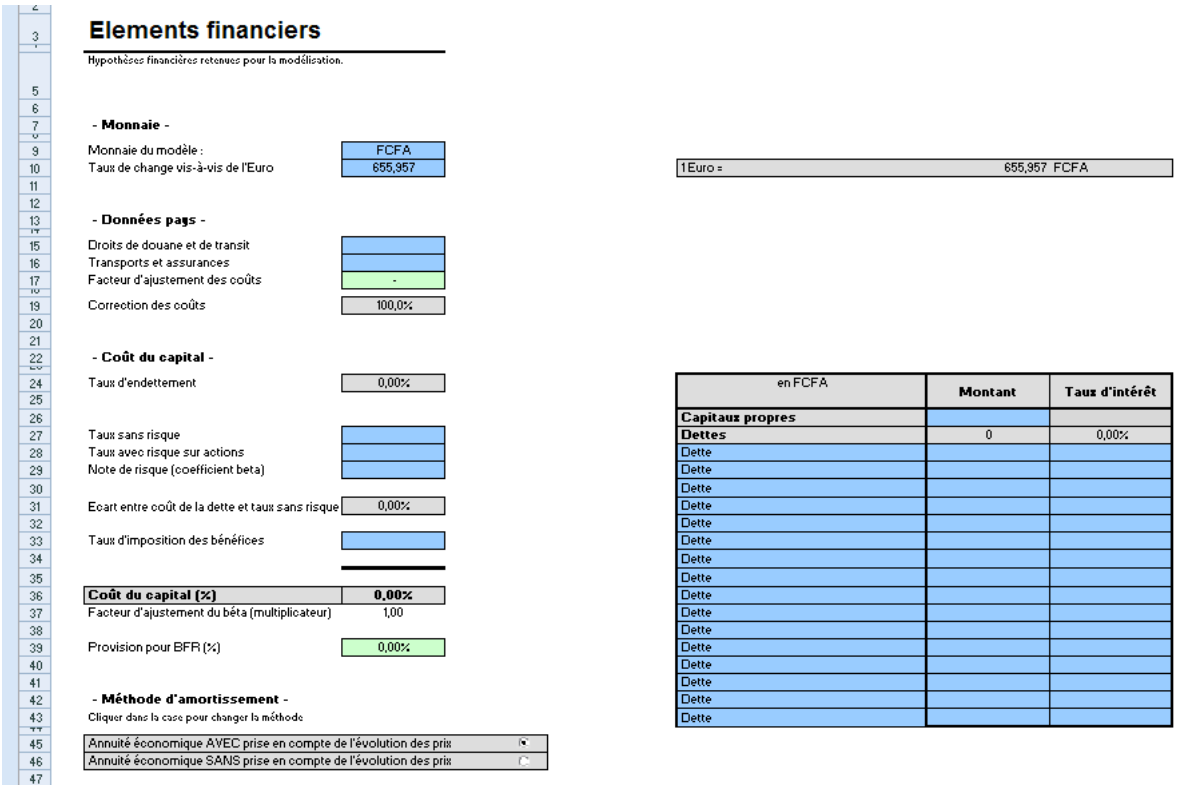
Les 2 onglets de cette étape permettent de renseigner les données financières concernant l'opérateur étudié, son environnement, et la ventilation de ses coûts sous différents aspects

o Eléments financiers généraux (*General financial elements*) : onglet Financial

Sur cet onglet, des données essentielles concernant le pays dans lequel l'opérateur exerce, ainsi que des données concernant sa situation financière sont à compléter. On entrera ainsi la monnaie du pays (sous forme d'abréviation[6]) et le taux de change de cette monnaie par rapport à l'euro[7], renseignement indispensable puisque toutes les informations de coûts par défaut sont exprimées en euros.

[6] On trouvera sur http://fr.wikipedia.org/wiki/Codes_ISO_4217_des_monnaies le code ISO des monnaies, en cas de besoin.

[7] On pourra utiliser le site http://fxtop.com/fr/historates.php3 pour obtenir des taux de change sur des dates antérieures.



Elements financiers

Hypothèses financières retenues pour la modélisation.

- Monnaie -

Monnaie du modèle :	FCFA
Taux de change vis-à-vis de l'Euro	655,957

1 Euro =	655,957 FCFA

- Données pays -

Droits de douane et de transit	
Transports et assurances	
Facteur d'ajustement des coûts	-
Correction des coûts	100,0%

- Coût du capital -

Taux d'endettement	0,00%
Taux sans risque	
Taux avec risque sur actions	
Note de risque (coefficient beta)	
Ecart entre coût de la dette et taux sans risque	0,00%
Taux d'imposition des bénéfices	
Coût du capital (%)	**0,00%**
Facteur d'ajustement du bêta (multiplicateur)	1,00
Provision pour BFR (%)	0,00%

en FCFA	Montant	Taux d'intérêt
Capitaux propres		
Dettes	0	0,00%
Dette		
Dette		
Dette		
Dette		
Dette		
Dette		
Dette		
Dette		
Dette		
Dette		
Dette		
Dette		
Dette		
Dette		
Dette		

- Méthode d'amortissement -

Cliquer dans la case pour changer la méthode

Annuité économique AVEC prise en compte de l'évolution des prix	●
Annuité économique SANS prise en compte de l'évolution des prix	○

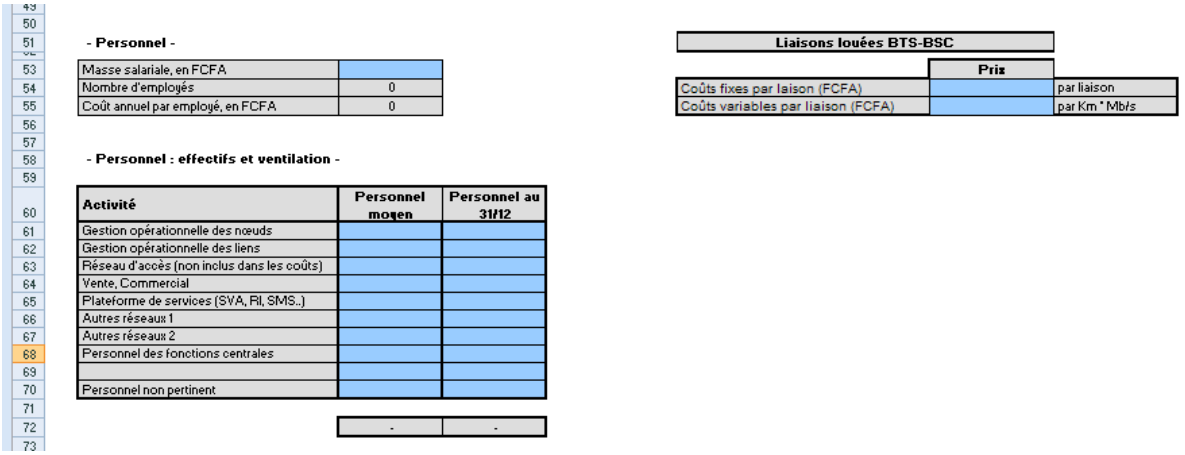
Figure 12 – Données financières

Les données financières nécessaires au calcul du coût du capital sont explicitées dans la partie collecte des informations.

C'est sur cet onglet que l'incidence du progrès technique peut être choisie, le coût du capital pouvant être calculé avec ou sans prise en compte de l'évolution des prix (D45-D46). Dans le cas où on retient la prise en compte de l'évolution des prix, cela signifie que le coût du capital est augmenté d'un facteur d'obsolescence économique lié à l'évolution des prix des produits: si l'évolution des prix est positive (les prix augmentent), le coût du capital pris en compte sera abaissé d'autant; si l'évolution des prix est négative (les prix baissent), le coût du capital sera augmenté d'autant.

On entrera aussi en C53 la masse salariale totale de l'opérateur, présente dans le bilan. L'effectif moyen et en fin d'année de l'opérateur selon ses grandes fonctions sera entré dans le tableau placé en B60-D70.

On entrera aussi à côté de ce tableau les tarifs des liaisons spécialisées éventuellement utilisées par cet opérateur, tarifs qui doivent en principe être ceux du catalogue d'interconnexion.



- Personnel -

Masse salariale, en FCFA	
Nombre d'employés	0
Coût annuel par employé, en FCFA	0

- Personnel : effectifs et ventilation -

Activité	Personnel moyen	Personnel au 31/12
Gestion opérationnelle des nœuds		
Gestion opérationnelle des liens		
Réseau d'accès (non inclus dans les coûts)		
Vente, Commercial		
Plateforme de services (SVA, RI, SMS..)		
Autres réseaux 1		
Autres réseaux 2		
Personnel des fonctions centrales		
Personnel non pertinent		
	-	-

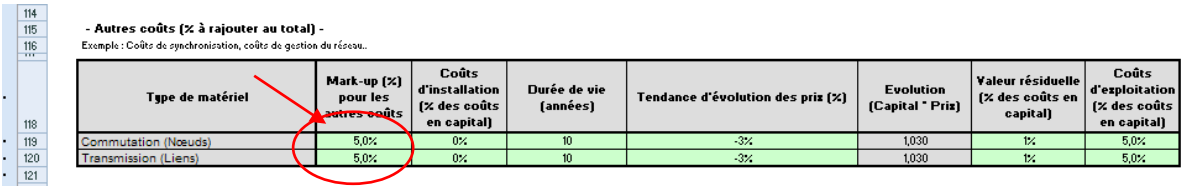
Liaisons louées BTS-BSC

	Prix	
Coûts fixes par liaison (FCFA)		par liaison
Coûts variables par liaison (FCFA)		par Km * Mb/s

Sur les lignes 115 à 120, sont présentés les hypothèses retenues comme mark-up sur les coûts pour retenir des coûts non compris dans les descriptifs d'équipement: sont ici concernés les coûts suivants:

- Les véhicules affectés à l'exploitation
- Les équipements de management du réseau
- Les équipements de synchronisation du réseau
- Les réseaux de signalisation
- Etc.

Une provision de 5% est retenue tant en investissements qu'en exploitation. Si ce niveau de coûts complémentaires doit être révisé, modifier les valeurs correspondantes pour les nœuds et les liens.



- Autres coûts (% à rajouter au total) -

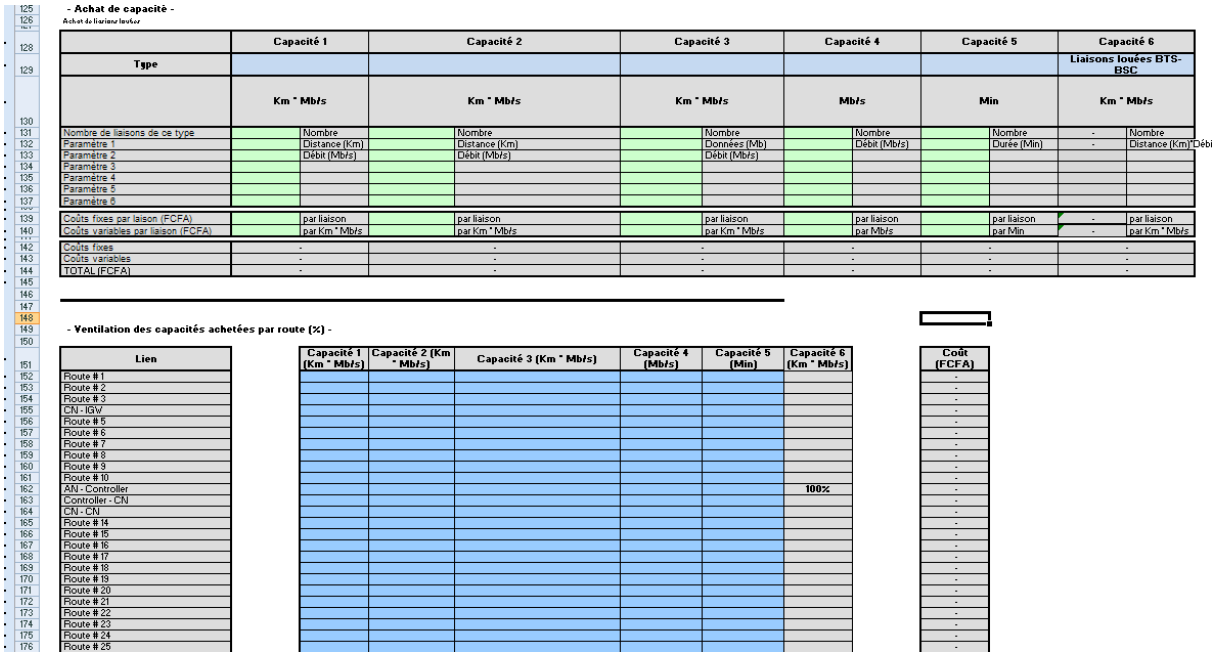
Exemple : Coûts de synchronisation, coûts de gestion du réseau..

Type de matériel	Mark-up (%) pour les autres coûts	Coûts d'installation (% des coûts en capital)	Durée de vie (années)	Tendance d'évolution des prix (%)	Evolution (Capital * Prix)	Valeur résiduelle (% des coûts en capital)	Coûts d'exploitation (% des coûts en capital)
Commutation (Nœuds)	5,0%	0%	10	-3%	1,030	1%	5,0%
Transmission (Liens)	5,0%	0%	10	-3%	1,030	1%	5,0%

Ces coûts complémentaires seront repris systématiquement dans les feuilles relatives à chaque élément de réseau: les valeurs génériques saisies ici pourront alors être modifiées pour chaque élément de réseau en fonction de la situation de chaque opérateur (lignes 34 à 40 pour les nœuds – lignes 29 à 35 pour les liens).

Par ailleurs, c'est sur cet onglet que sont renseignées les liaisons louées (et autres capacités) que l'opérateur achète. Ces achats de capacités rentrent dans les charges de l'opérateur. Pour chaque type de capacité, on entrera les unités pertinentes et la tarification associée de façon à gérer les coûts d'acquisition de ces capacités. En capacité 6, sont pré-programmées les liaisons louées pour les liaisons BTS-BSC à partir des renseignements fournis dans les caractéristiques des BTS. Le régulateur dispose de ces éléments de facturation dans les catalogues d'interconnexion.

Le tableau des lignes 151-183 doit recevoir la ventilation de chacun de ces achats de capacité selon les routes qu'elles supportent.



- Achat de capacité -

	Capacité 1		Capacité 2		Capacité 3		Capacité 4		Capacité 5		Capacité 6	
Type											Liaisons louées BTS-BSC	
	Km * Mb/s		Km * Mb/s		Km * Mb/s		Mb/s		Min		Km * Mb/s	
Nombre de liaisons de ce type		Nombre		Nombre		Nombre		Nombre		Nombre	-	Nombre
Paramètre 1		Distance (Km)		Distance (Km)		Données (Mb)		Débit (Mb/s)		Durée (Min)	-	Distance (Km) * Débi
Paramètre 2		Débit (Mb/s)		Débit (Mb/s)		Débit (Mb/s)						
Paramètre 3												
Paramètre 4												
Paramètre 5												
Paramètre 6												
Coûts fixes par liaison (FCFA)		par liaison		par liaison		par liaison		par liaison		par liaison	-	par liaison
Coûts variables par liaison (FCFA)		par Km * Mb/s		par Km * Mb/s		par Km * Mb/s		par Mb/s		par Min	-	par Km * Mb/s
Coûts fixes	-		-		-		-		-		-	
Coûts variables	-		-		-		-		-		-	
TOTAL (FCFA)	-		-		-		-		-		-	

- Ventilation des capacités achetées par route (%) -

Lien	Capacité 1 (Km * Mb/s)	Capacité 2 (Km * Mb/s)	Capacité 3 (Km * Mb/s)	Capacité 4 (Mb/s)	Capacité 5 (Min)	Capacité 6 (Km * Mb/s)	Coût (FCFA)
Route # 1							-
Route # 2							-
Route # 3							-
CN - IGW							-
Route # 5							-
Route # 6							-
Route # 7							-
Route # 8							-
Route # 9							-
Route # 10							-
AN - Controller						100%	-
Controller - CN							-
CN - CN							-
Route # 14							-
Route # 15							-
Route # 16							-
Route # 17							-
Route # 18							-
Route # 19							-
Route # 20							-
Route # 21							-
Route # 22							-
Route # 23							-
Route # 24							-
Route # 25							-

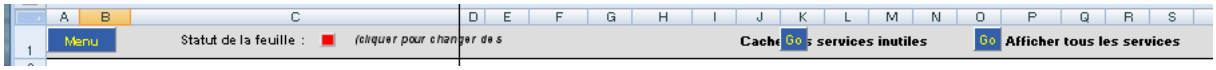
- **Ventilation des coûts sur les éléments du réseau (*Cost allocation on the network elements*) : onglet Breakdown**

Sur cet onglet sont introduites des hypothèses modifiables d'ingénierie des réseaux. Ces hypothèses peuvent être modifiées.

Cet onglet réserve de la place pour d'autres hypothèses de fond. Cet onglet est en général systématiquement masqué.

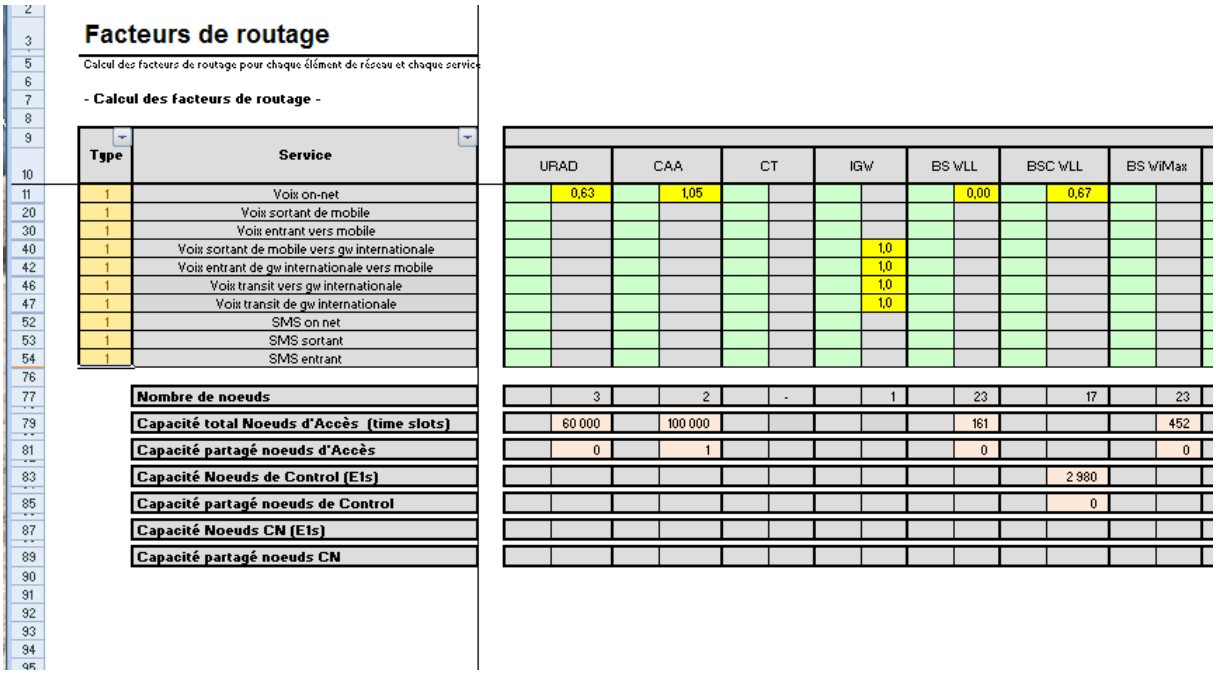
e. Facteurs de routage (*Routing factors*)

Les facteurs de routage mesurent, par service, le nombre moyen de fois où chaque élément du réseau (nœud ou lien) est utilisé. Des calculs sont effectués par défaut, à l'aide des données entrées lors de la reconstruction du réseau, mais ils peuvent être modifiés manuellement si des calculs plus précis ont été fournis par l'opérateur.



En haut de ces feuilles, figurent deux boutons qui permettent de masquer ou afficher les services non utilisées.

- **Facteurs de routage des nœuds (*Node routing factors*) : onglet NodeRoutFacts**



Facteurs de routage

Calcul des facteurs de routage pour chaque élément de réseau et chaque service

- Calcul des facteurs de routage -

Type	Service	URAD		CAA		CT		IGW		BS WLL		BSC WLL		BS WiMax	
1	Voix on-net		0,63		1,05						0,00		0,67		
1	Voix sortant de mobile														
1	Voix entrant vers mobile														
1	Voix sortant de mobile vers gw internationale								1,0						
1	Voix entrant de gw internationale vers mobile								1,0						
1	Voix transit vers gw internationale								1,0						
1	Voix transit de gw internationale								1,0						
1	SMS on net														
1	SMS sortant														
1	SMS entrant														
	Nombre de noeuds		3		2		-		1		23		17		23
	Capacité total Noeuds d'Accès (time slots)		60 000		100 000						161				452
	Capacité partagé noeuds d'Accès		0		1						0				0
	Capacité Noeuds de Control (E1s)												2 980		
	Capacité partagé noeuds de Control												0		
	Capacité Noeuds CN (E1s)														
	Capacité partagé noeuds CN														

Figure 14 – Facteurs de routage des nœuds

Ne s'affichent que les lignes pour lesquelles un trafic a été renseigné. Les facteurs de routage calculés par défaut ne sont renseignés qu'après que les éléments quantitatifs des éléments de réseau ont été renseignés ou calculés. Il faut donc poursuivre le renseignement des hypothèses relatives aux éléments de réseau avant de revenir apprécier le calcul des facteurs de routage. Si ces facteurs de routage ne semblent pas satisfaisants, il est possible d'en changer la valeur.

Les colonnes grisées sont utilisées par défaut pour le calcul des coûts d'interconnexion de l'opérateur (onglets **_Nodes** et **_Links**). Les formules de ces calculs sont disponibles dans les onglets grisés correspondants.

Dans le cas où l'utilisateur rentre manuellement des facteurs de routage (dans les cellules vertes impérativement), ce sont ces derniers qui seront pris en compte dans les calculs.

Une mention particulière doit être faite du calcul du facteur de routage au sein du cœur de réseau. La feuille 'routing' aide à ce calcul si le nombre de commutateurs est inférieur à 50 et qu'il est possible de gérer les faisceaux entre commutateurs de façon individualisée. Dans le tableau de la feuille 'routing', on a placé en lignes et colonnes la liste des 50 premiers commutateurs entrés dans la feuille de l'élément de réseau des commutateurs (CAA), soit la feuille 'Node2'. A l'intersection i,j de ce tableau, se situent le nombre de commutateurs à traverser pour aller de i à j, soit 2 en règle générale quand il existe un faisceau direct ou bien que ces commutateurs sont reliés par un centre de transit. Si ce n'est pas le cas, c'est-à-dire que aller de i à j nécessite la traversée de 4 commutateurs, on remplacera alors la valeur 2 de la case i,j (et j,i) par la valeur à prendre en compte (ici 4).

Le même calcul est proposé pour les relations MSC-MSC en lignes 63 à 115 de la feuille 'routing'.

Actuellement désactivé

Les lignes en bas du tableau des facteurs de routage pour les nœuds permettent de les calculer: elles pondèrent le poids de chaque nœud pour chaque type de classe de nœud de façon à répartir le trafic sur les nœuds présents dans le réseau.

- **Facteurs de routage des liens (*Link routing factors*) : onglet LinkRoutFacts**

Cet onglet est l'équivalent du précédent pour les liens unissant deux nœuds du réseau.

ATTENTION: certains facteurs de routage ne sont pas renseignés par défaut. Bien entrer des valeurs pour les facteurs de routage qui doivent être renseignés.

f. Reconstruction du réseau (*Network reconstruction*)

Cette étape est aussi longue qu'essentielle dans le remplissage des données. Il est utile ici d'utiliser avec rigueur le code couleur présenté en I.A.2). C'est ici que se trouve le cœur du modèle de détermination des coûts d'interconnexion par un modèle bottom-up de reconstruction d'un réseau efficient "from scratch".

- **Nœuds (*Nodes*) : onglets _Nodes 1..32**

- **Généralités sur les noeuds**

Ces onglets permettent de renseigner de nombreuses données, essentielles dans le calcul des coûts d'interconnexion, pour chaque type de nœud du réseau. Ces nœuds sont présentés et définis dans la partie collecte.

Ces nœuds présentent une forme générique, afin d'optimiser l'ergonomie du modèle, et de faciliter l'audit de ses formules. Outre les nœuds déjà définis, d'autres onglets ont été pré-formatés afin de permettre à l'administrateur de définir de nouveaux types de nœuds (voir Administration>Création de nouveaux éléments de réseau II.B.6.a)). Par ailleurs, un maximum de données provenant d'onglets complétés au cours des étapes précédentes est rappelé sur chacun des onglets, afin de faciliter l'audit du modèle.

- **Exemple de l'onglet _Node 11 (BTS)**

Nous présentons ici l'onglet **_Node 11**, où sont renseignées les hypothèses concernant les BTS 2G du réseau de l'opérateur (si celui-ci en dispose). Dans certaines sections, des paramètres propres à chaque type de nœuds peuvent intervenir.

- ***Forme synthétique***

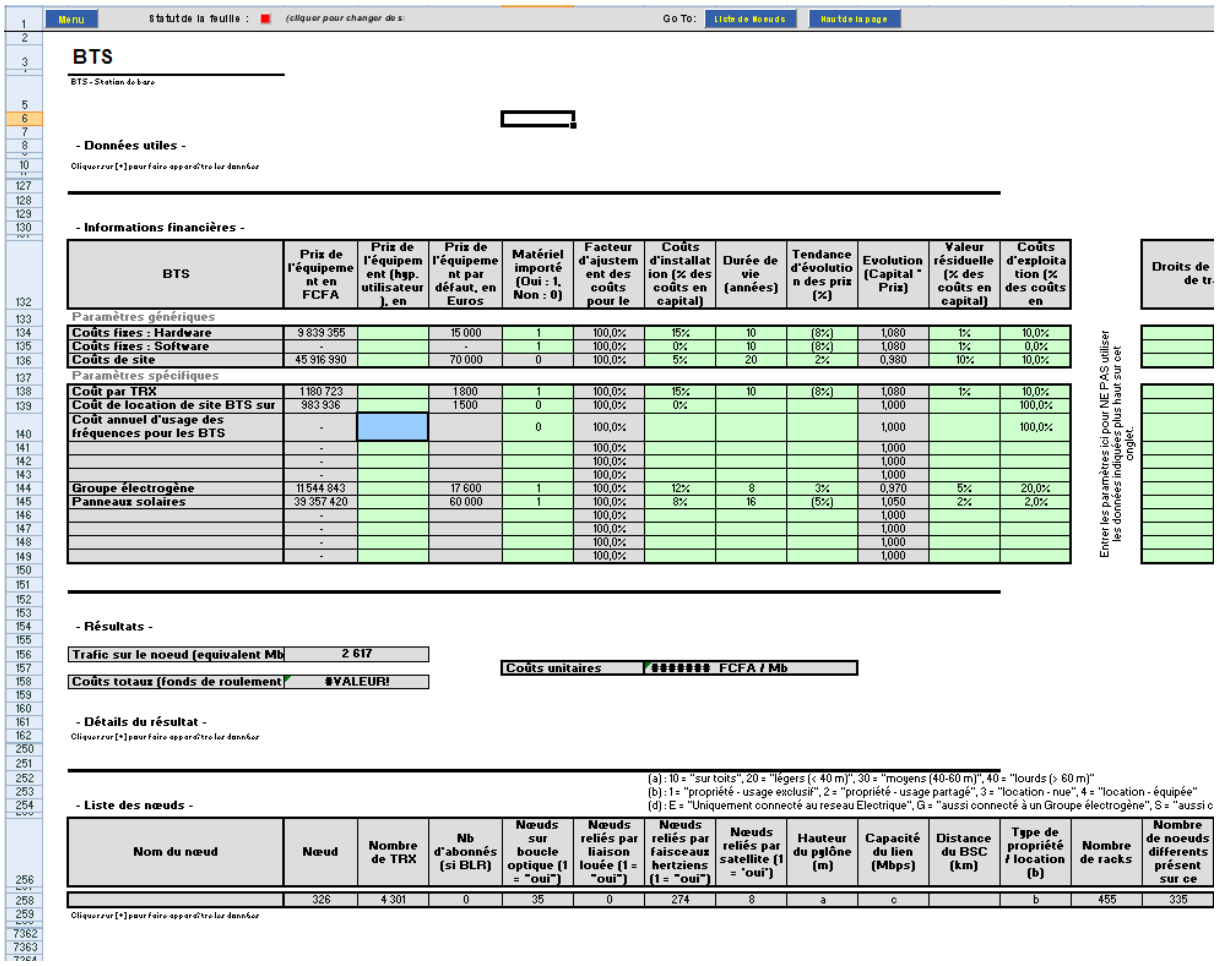
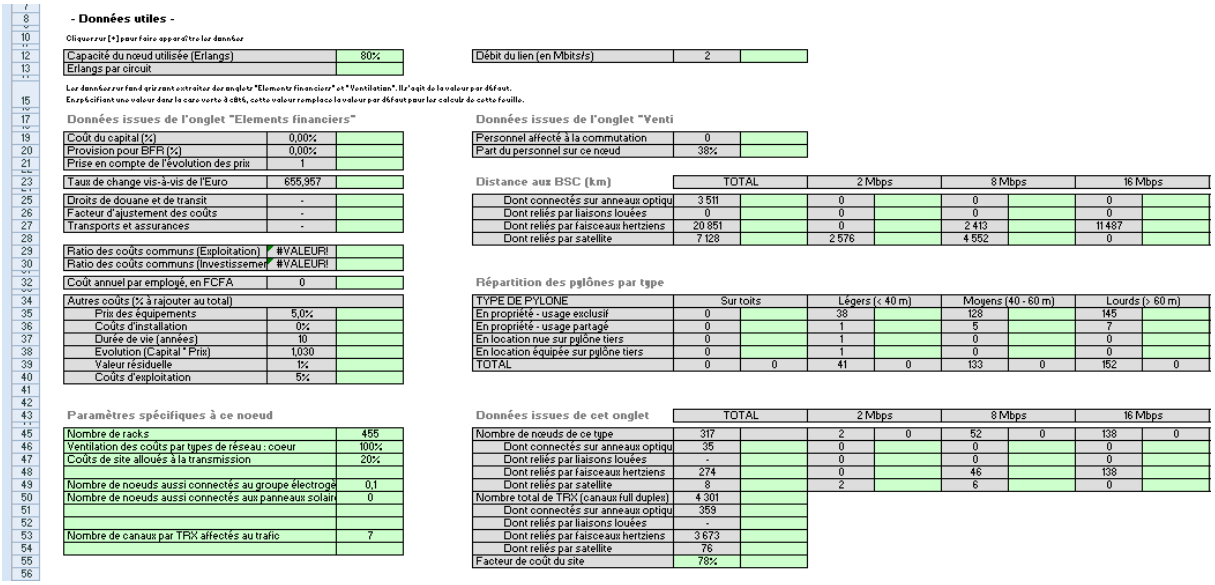

Menu
Statut de la feuille :
(cliquer pour changer de s
Go To:
Liste de Noeuds
Haut de la page
BTS
BTS - Station de base
- Données utiles -
Cliquer sur [+] pour faire apparaître les données
- Informations financières -
BTS
Prix de l'équipement (hsp. utilisateur), en FCFA
Prix de l'équipement par défaut, en Euros
Matériel importé (Oui : 1, Non : 0)
Facteur d'ajustement des coûts pour le
Coûts d'installation (% des coûts en capital)
Durée de vie (années)
Tendance d'évolution des prix (%)
Evolution (Capital * Prix)
Valeur résiduelle (% des coûts en capital)
Coûts d'exploitation (% des coûts en
Droits de
Paramètres génériques
Coûts fixes : Hardware
Coûts fixes : Software
Coûts de site
Paramètres spécifiques
Coût par TRX
Coût de location de site BTS sur
Coût annuel d'usage des fréquences pour les BTS
Groupe électrogène
Panneaux solaires
Entrer les paramètres ici pour NE PAS utiliser les données indiquées plus haut sur cet onglet.
- Résultats -
Trafic sur le noeud (equivalent Mb
2 617
Coûts totaux (fonds de roulement
#VALEUR!
Coûts unitaires
######## FCFA / Mb
- Détails du résultat -
Cliquer sur [+] pour faire apparaître les données
- Liste des nœuds -
(a) : 10 = "sur toits", 20 = "légers (< 40 m)", 30 = "moyens (40-60 m)", 40 = "lourds (> 60 m)"
(b) : 1 = "propriété - usage exclusif", 2 = "propriété - usage partagé", 3 = "location - nue", 4 = "location - équipée"
(d) : E = "Uniquement connecté au reseau Electrique", G = "aussi connecté à un Groupe électrogène", S = "aussi c
Nom du nœud
Nœud
Nombre de TRX
Nb d'abonnés (si BLR)
Nœuds sur boucle optique (1 = "oui")
Nœuds reliés par liaison louée (1 = "oui")
Nœuds reliés par faisceaux hertziens (1 = "oui")
Nœuds reliés par satellite (1 = 'oui')
Hauteur du pylône (m)
Capacité du lien (Mbps)
Distance du BSC (km)
Type de propriété / location (b)
Nombre de racks
Nombre de noeuds différents présent sur ce
326
4 301
0
35
0
274
8
a
c
b
455
335
Cliquer sur [+] pour faire apparaître les données

Figure 15 – Forme synthétique d'un onglet _Node

Sous sa forme synthétique, un onglet **_Node** présente des informations financières concernant le coût d'une BTS (hardware, software, etc.) et le coût unitaire en devise du modèle par Mb du trafic utilisant ce nœud.

L'utilisateur peut développer les différentes sections cachées en cliquant sur les [+] sur la gauche de la feuille, ou via les boutons [1][2][3] en haut à gauche. Sur tous les onglets _Node, pour faciliter la saisie d'information, les données que doit entrer l'utilisateur se trouvent au dessus de la section **Résultats** (exceptée lors de l'utilisation d'une liste des équipements fournie par l'opérateur, voir section **'consignes en vue de l'alimentation du modèle'**).

- ***Section Données utiles (Useful data)***



- Données utiles -

Cliquez sur [+] pour faire apparaître les données

Capacité du nœud utilisée (Erlangs)	80%	
Erlangs par circuit		

Les données sur fond grisant nécessitent des onglets "Eléments financiers" et "Ventilation". Il s'agit de la valeur par défaut.
En spécifiant une valeur dans la case verte à côté, cette valeur remplace la valeur par défaut pour les calculs de cette feuille.

Données issues de l'onglet "Eléments financiers"

Coût du capital (%)	0,00%	
Provision pour BFR (%)	0,00%	
Prise en compte de l'évolution des prix	1	
Taux de change vis-à-vis de l'Euro	655,957	
Droits de douane et de transit	-	
Facteur d'ajustement des coûts	-	
Transports et assurances	-	
Ratio des coûts communs (Exploitation)	#VALEUR!	
Ratio des coûts communs (Investissement	#VALEUR!	
Coût annuel par employé, en FCFA	0	
Autres coûts (% à rajouter au total)		
Prix des équipements	5,0%	
Coûts d'installation	0%	
Durée de vie (années)	10	
Evolution (Capital * Prix)	1,030	
Valeur résiduelle	1%	
Coûts d'exploitation	5%	

Données issues de l'onglet "Venti

Personnel affecté à la commutation	0	
Part du personnel sur ce nœud	38%	

Distance aux BSC (km)

	TOTAL		2 Mbps		8 Mbps		16 Mbps	
Dont connectés sur anneaux optiqu	3 511		0		0		0	
Dont reliés par liaisons louées	0		0		0		0	
Dont reliés par faisceaux hertziens	20 851		0		2 413		11 487	
Dont reliés par satellite	7 128		2 576		4 552		0	

Répartition des pylônes par type

TYPE DE PYLONE	Sur toits		Légers (< 40 m)		Moyens (40 - 60 m)		Lourds (> 60 m)	
En propriété - usage exclusif	0		38		128		145	
En propriété - usage partagé	0		1		5		7	
En location nue sur pylône tiers	0		1		0		0	
En location équipée sur pylône tiers	0		1		0		0	
TOTAL	0	0	41	0	133	0	152	0

Paramètres spécifiques à ce noeud

Nombre de racks	455
Ventilation des coûts par types de réseau : coeur	100%
Coûts de site alloués à la transmission	20%
Nombre de noeuds aussi connectés au groupe électrogè	0,1
Nombre de noeuds aussi connectés aux panneaux solair	0
Nombre de canaux par TRX affectés au trafic	7

Données issues de cet onglet

	TOTAL		2 Mbps		8 Mbps		16 Mbps	
Nombre de nœuds de ce type	317		2	0	52	0	138	0
Dont connectés sur anneaux optiqu	35		0		0		0	
Dont reliés par liaisons louées	-		0		0		0	
Dont reliés par faisceaux hertziens	274		0		46		138	
Dont reliés par satellite	8		2		6		0	
Nombre total de TRX (canaux full duplex)	4 301							
Dont connectés sur anneaux optiqu	359							
Dont reliés par liaisons louées	-							
Dont reliés par faisceaux hertziens	3 673							
Dont reliés par satellite	76							
Facteur de coût du site	78%							

Figure 16 – Données utiles – Paramètres génériques

En haut de la section **Données utiles**, les champs **Capacité du nœud utilisée** et **Erlangs par circuit** forment des données d'ingénierie de base. Ils permettent de calculer le coût par bloc primaire numérique (BPN). Le paramètre Débit du lien est repris par défaut sur l'onglet Breakdown et n'a a priori pas besoin d'être modifié (mais l'utilisateur peut quand même le faire, en connaissance de cause). Il intervient lui aussi dans le calcul du coût par BPN.

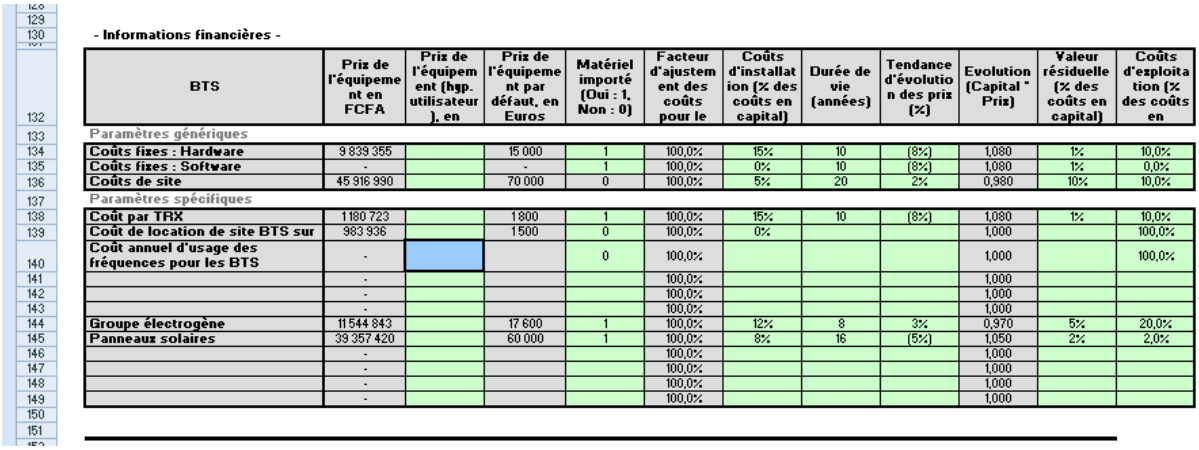
Les deux autres sous-sections rappellent des données issues des onglets **Financial** et **Breakdown**, les valeurs par défaut pouvant être modifiées au cas par cas à l'aide des cases de couleur verte prévue à cet effet.

Dans la sous-section **Paramètres spécifiques** sont à renseigner des données propres à chaque nœud. Des valeurs par défaut ont en général été insérées, mais nombre d'entre elles peuvent être amenées à être modifiées par l'utilisateur.

Dans la sous-section **Données issues de cet onglet** sont effectués des calculs provenant des données entrées dans la section **Liste des nœuds** principalement. Dans le cas où cette dernière n'est pas utilisée, les cases vertes indiquant le nombre de nœuds de ce type, et leur répartition par type d'infrastructure (SDH, satellite, faisceaux hertziens) sont à renseigner absolument puisqu'elles servent pour des calculs effectués sur les onglets d'éléments de lien **LE**.

Dans la sous-section **Données issues des onglets "Services", "Gradient" et "Facteurs de routage"** sont rappelés le trafic prévisionnel, le volume de trafic recalculé, le trafic dans l'heure la plus chargée de l'année, le facteur de routage pour ce nœud, permettant d'estimer la demande par service pour le nœud considéré. Un facteur d'ajustement peut en outre être appliqué à ce niveau, pour chacun des services.

- ***Section Informations financières (Financial Information)***



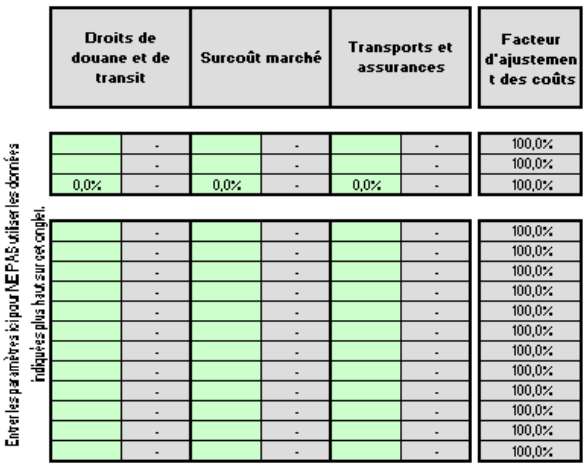
- Informations financières -

BTS	Prix de l'équipement en FCFA	Prix de l'équipement (hyp. utilisateur), en	Prix de l'équipement par défaut, en Euros	Matériel importé (Oui : 1, Non : 0)	Facteur d'ajustement des coûts pour le	Coûts d'installation (% des coûts en capital)	Durée de vie (années)	Tendance d'évolution des prix (%)	Evolution (Capital * Prix)	Valeur résiduelle (% des coûts en capital)	Coûts d'exploitation (% des coûts en
Paramètres génériques											
Coûts fixes : Hardware	9 839 355		15 000	1	100,0%	15%	10	(8%)	1,080	1%	10,0%
Coûts fixes : Software	-		-	1	100,0%	0%	10	(8%)	1,080	1%	0,0%
Coûts de site	45 916 990		70 000	0	100,0%	5%	20	2%	0,980	10%	10,0%
Paramètres spécifiques											
Coût par TRX	1 180 723		1 800	1	100,0%	15%	10	(8%)	1,080	1%	10,0%
Coût de location de site BTS sur	983 936		1 500	0	100,0%	0%			1,000		100,0%
Coût annuel d'usage des fréquences pour les BTS	-			0	100,0%				1,000		100,0%
	-				100,0%				1,000		
	-				100,0%				1,000		
	-				100,0%				1,000		
Groupe électrogène	11 544 843		17 600	1	100,0%	12%	8	3%	0,970	5%	20,0%
Panneaux solaires	39 357 420		60 000	1	100,0%	8%	16	(5%)	1,050	2%	2,0%
	-				100,0%				1,000		
	-				100,0%				1,000		
	-				100,0%				1,000		
	-				100,0%				1,000		

Figure 19 – Informations financières – données sur les coûts d'équipement du noeud

Dans la section **Informations financières**, des données sont à modifier éventuellement concernant le coût des équipements. Ces informations servent ensuite au calcul des coûts d'investissement et d'exploitation pour l'ensemble des nœuds du type considéré (section **Détails du résultat**).

Les données sur le **Prix de l'équipement par défaut en Euros** sont utilisées pour la colonne **Prix de l'équipement en devise locale** si aucune valeur n'est entrée dans la colonne **Prix de l'équipement (hyp. Utilisateur) en devise locale**. Dans le cas où c'est la valeur de l'équipement en Euros qui est utilisée, un **Facteur d'ajustement des coûts pour le pays,** calculé à partir des données présentées dans la figure 20 ci-dessous, est utilisé si le matériel est importé.



Droits de douane et de transit		Surcoût marché		Transports et assurances		Facteur d'ajustement des coûts
	-		-		-	100,0%
	-		-		-	100,0%
0,0%	-	0,0%	-	0,0%	-	100,0%
	-		-		-	100,0%
	-		-		-	100,0%
	-		-		-	100,0%
	-		-		-	100,0%
	-		-		-	100,0%
	-		-		-	100,0%
	-		-		-	100,0%
	-		-		-	100,0%
	-		-		-	100,0%
	-		-		-	100,0%
	-		-		-	100,0%
	-		-		-	100,0%

Entrer les paramètres ici pour NE PAS utiliser les données indiquées plus haut sur cet onglet.

Figure 20 – Informations financières – données liées au pays

L'utilisateur n'a à rentrer des hypothèses dans les colonnes vertes que si les données issues par défaut de ce qui a été renseigné dans la section **Données utiles** ne s'appliquent pas à toutes les lignes de coût composant l'équipement.

- ***Sections Résultats (Results)***

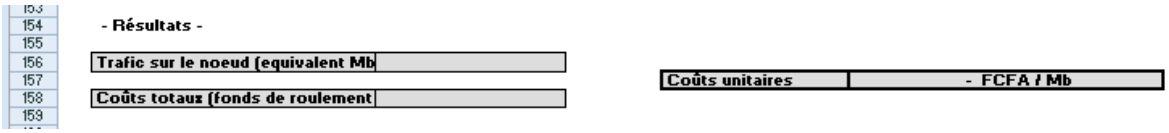


Figure 21 – Résultats

Dans cette section sont calculés le trafic sur le nœud en équivalent Mb, provenant des données de la sous-section **Données issues des onglets "Services", "Gradient" et "Facteurs de routage"** présentée précédemment, et les coûts totaux, provenant de la section **Détails du résultat**. Cela permet de calculer un coût unitaire en devise locale par équivalent Mb traversant le nœud considéré.

- ***Section Détails du résultat (Result Details)***

Coûts d'équipement	-
Réseau	-
Hors-réseau	-
Coûts d'exploitation	-
Réseau	-
Hors-réseau	-

Figure 22 – Détail des coûts d'équipement et d'exploitation : Réseau et Hors-réseau

L'objet de la section **Détails du résultat** est de calculer par ligne de coûts (ex : Hardware, Software, site, ligne et BPN pour une URAD) les **Coûts d'équipement**, correspondant à des coûts d'investissements annualisés (amortis), d'une part, et les **Coûts d'exploitation**, correspondant à des charges annuelles (entretien, location, etc.), d'autre part. Les coûts **Hors-réseau** sont un pourcentage des coûts **Réseau** et correspondent à la part des coûts communs en investissement et en exploitation. Ces coûts agrégés correspondent aux **Coûts totaux (fonds de roulement inclus)** servant au calcul des **Coûts unitaires** de la section **Résultats**.

Pour faciliter l'audit des calculs, la section Détails du résultat est subdivisée en des sous-sections **Détail des coûts totaux** (ci-dessus), **Détail des coûts d'équipement annualisés (Réseau)**, **Détail des coûts d'exploitation (Réseau)**, **Calculs intermédiaires** et **Calcul du trafic**.

Ces sous-sections se lisent de bas en haut. La sous-section **Calcul du trafic** permet de dimensionner le réseau en fonction du trafic lors de l'heure la plus chargée de l'année (BHE), et d'obtenir ainsi le nombre de ports BPN (Blocs Primaires Numériques) pour chaque type de nœud du réseau RTC. Pour le réseau mobile, cette sous-section n'est pas utilisée, la sous-section **Calculs intermédiaires** utilisant directement des données sur le nombre de nœuds.

La sous-section Calculs **intermédiaires**, correspond aux coûts d'investissement, non encore annualisés, dans le cas, où c'est un investissement qui a été effectivement réalisé. Dans le cas d'une location, cela correspond directement à des charges.

La sous-section **Détail des coûts d'exploitation (Réseau)** correspond ensuite au détail des charges pour l'opérateur par année, sur ce type d'équipement (le nœud considéré).

La sous-section **Détail des coûts d'équipement annualisés (Réseau)** annualise les coûts d'investissement en fonction du nombre d'années d'amortissement des différentes sections de l'équipement. C'est ici qu'intervient ou non la prise en compte de l'évolution des prix, définie sur l'onglet **Financial**.

Les calculs sont détaillés précisément à l'aide de formules développées (*ex : **Coûts fixes : Hardware (investissements) = Nombre de nœuds de ce type * Prix de l'équipement en devise locale** * (1 + **Coûts d'installation (% des coûts en capital)**) * (1 - **Valeur résiduelle (% des coûts en capital)** / (1 + **Coût du capital (%)**) ^ **Durée de vie (années)**)*)

- ***Section Liste des nœuds (Node list)***

(a) : 10 = "sur toits", 20 = "légers (< 40 m)", 30 = "moyens (40-60 m)", 40 = "lourds (> 60 m)"
(b) : 1 = "propriété - usage exclusif", 2 = "propriété - usage partagé", 3 = "location - nue", 4 = "location - équipée"
(d) : E = "Uniquement connecté au reseau Electrique", G = "aussi connecté à un Groupe électrogène", S = "aussi connecté à des panneaux Solaires"

- Liste des nœuds -

Nom du nœud	Nœud	Nombre de TRX	Nb d'abonnés (si BLR)	Nœuds sur boucle optique (1 = "oui")	Nœuds reliés par liaison louée (1 = "oui")	Nœuds reliés par faisceaux hertziens (1 = "oui")	Nœuds reliés par satellite (1 = 'oui')	Hauteur du pylône (m)	Capacité du lien (Mbps)	Distance du BSC (km)	Type de propriété / location (b)	Nombre de racks	Nombre de nœuds différents présent sur ce	Type d'alimentation électrique	Paramètre calculé 1
	276	3 349	0	33	0	233	8	a	c		b	358	275	d	a+b
Cliquer sur [+] pour faire apparaître les données															
	1														-
	2														-
	3														-
	4														-
	5														-
	6														-
	7														-
	8														-
	9														-
	10														-
	11														-
	12														-
	13														-
	14														-
	15														-
	16														-
	17														-
	18														-
	19														-
	20														-
	21														-
	22														-
	23														-
	24														-
	25														-
	26														-
	27														-
	28														-
	29														-
	30														-
	31														-
	32														-
	33														-
	34														-
	35														-
	36														-
	37														-
	38														-
	39														-
	40														-

Figure 23 – Liste des nœuds : extrait pour les BTS

Dans le cas où l'opérateur fournit une liste exhaustive des nœuds pour chaque type, cette liste doit être intégrée avec ses valeurs à partir de la ligne 261, et ce de façon systématique pour tous les éléments de réseau. Des compteurs (ligne 258 pour sur tous les onglets **_Node**) sont utilisés pour déterminer le nombre de nœuds, la capacité totale, le nombre d'abonnés, et l'infrastructure des liens les reliant, utilisée pour les calculs dans les onglets **_LE**).

Par défaut, jusqu'à **2048** éléments par type de nœud peuvent être pris en compte (voire plus pour certains nœuds comme les BTS). Dans le cas où ce nombre serait insuffisant, pensez à étendre la zone de calcul en modifiant les formules de la ligne **258** (n'insérez pas de lignes en milieu de liste).

Les résultats des compteurs sont reportés dans les cellules grises de la sous-section **Données issues de cet onglet** de la section **Données utiles** présentée plus haut. Ils seront utilisés par défaut dans tous les calculs ultérieurs, si l'utilisateur ne rentre pas de données dans les cellules vertes de la sous-section **Données issues de cet onglet**.

Les données contenues dans les listes d'équipement ont été décrites dans la partie II ci-dessus.

Pour les nœuds développés, l'essentiel des hypothèses à entrer est incluse dans les listes de nœuds développées plus haut. Pour le nœud 11 (BTS), une donnée complémentaire sur le coût d'usage du spectre hertzien doit être entrée en cellule D140.

- **Eléments de lien (*Link elements*) : onglets _LE 1..32**

- **Généralités sur les « éléments de liens »**

Nous appelons dans ce modèle « éléments de lien » tout ce qui concerne l'infrastructure et l'électronique de transmission sous-jacentes aux liens reliant les nœuds du réseau entre eux. Celles-ci sont regroupées par grandes familles, réunies au sein d'un même onglet, nommé **_LE 1..32** (pour « Link Element »). Un type de liaison entre deux nœuds peut faire intervenir une ou plusieurs de ces familles.

Actuellement, 7 grandes familles sont définies :

- SDH (multiplexeurs ATM, régénérateurs, systèmes de terminaison de ligne ONT, brasseurs numériques) : **_LE 1**
- Câbles de fibres optiques (par nombre de fibres): **_LE 2**
- Faisceaux hertziens (répéteurs, équipements d'antenne, sites hertziens avec environnement) : **_LE 3**
- Pylônes (sur toits, légers, moyens, lourds, actuellement pour faisceaux hertziens et BTS) : **_LE 4**
- Conduites (urbaines, suburbaines, rurales) : **_LE 5**
- Satellite (systèmes DomSat) : **_LE 6**
- Sites de commutation : part allouée à la transmission (pour chacun des nœuds définis) : **_LE 7**

Ces « éléments de lien » présentent également une forme générique, afin d'optimiser l'ergonomie du modèle, et de faciliter l'audit de ses formules. Outre les 7 familles déjà définies, 25 autres onglets ont été pré-formatés afin de permettre à l'administrateur de définir de nouvelles familles, ou de rajouter d'autres lignes de coûts pour des familles déjà définies (voir Administration>Création de nouveaux éléments de réseau, II.B.6.c)). Par ailleurs, un maximum de données provenant d'onglets complétés au cours des étapes précédentes est rappelé sur chacun des onglets, afin de faciliter l'audit du modèle.

Il n'y a que trois liens pour lesquels des informations sont requises:
_LE2: liste de trajets optiques
_LE3: liste de trajets hertziens, plus informations sur les pylônes, plus le coût d'usage des fréquences pour les FH (F67)
_LE6: liste de trajets satellitaires, plus information sur le coût d'usage des fréquences pour les stations terriennes (F63)
Les autres feuilles, sauf à vouloir modifier des valeurs par défaut, sont pré-renseignées ou utilisent des données provenant de listes d'équipement.

- **Sections des onglets _LE**

  - ***Sections identiques à celles des onglets _Node***

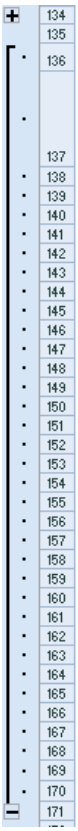
Sur tous les onglets **_LE**, les données éventuellement modifiables par l'utilisateur sont rassemblées en haut d'onglet. Aucune donnée n'est à renseigner en dessous de la ligne 71 (fin de la section **Informations financières**) sauf en ce qui concerne la liste des équipements pour certains liens (_LE2 (trajets optiques), _LE3 (trajets hertziens) et _LE6 (trajets satellite)).

Comme pour les nœuds, une première section **Données utiles** présente deux sous-sections **Données issues de l'onglet « Eléments financiers »** et **Paramètres spécifiques**. Leur principe est identique à celui des onglets nœuds. La sous-section **Données issues des onglets "Services", "Gradient" et "Facteurs de routage"** n'est en revanche pas présente, puisque ces données sont rassemblées pour tous les éléments de liens sur l'onglet **_Links** présenté par la suite.

Les sections **Informations financières**, présentant des informations sur le coût des équipements, par ligne de coûts, et **Détails du résultat**, fonctionnent exactement sur le même principe que celles des onglets **_Node**. Il n'y a pas pour les onglets **_LE** de section **Résultats**, car ces informations (coût en devise locale par équivalent Mb traversant un type de lien) sont rassemblées sur l'onglet **_Links**.

En revanche, deux nouvelles sections apparaissent sur tous les onglets **_Links**.

- ***Section Répartition par lien (Link breakdown)***



- Répartition par lien -

Détail des coûts d'equipement annualisés (Réseau)

Lien	Câble 6 fibres	Câble 12 fibres	Câble 24 fibres	Câble 36 fibres	Câble 48 fibres	Câble 96 fibres	
Route # 1	-	-	-	-	-	-	-
Route # 2	-	-	-	-	-	-	-
Route # 3	-	-	-	-	-	-	-
CN - IGW	-	-	-	-	-	-	-
Route # 5	-	-	-	-	-	-	-
Route # 6	-	-	-	-	-	-	-
Route # 7	-	-	-	-	-	-	-
Route # 8	-	-	-	-	-	-	-
Route # 9	-	-	-	-	-	-	-
Route # 10	-	-	-	-	-	-	-
AN - Controller	-	-	-	-	-	-	-
Controller - CN	-	-	-	-	-	-	-
CN - CN	-	-	-	-	-	-	-
Route # 14	-	-	-	-	-	-	-
Route # 15	-	-	-	-	-	-	-
Route # 16	-	-	-	-	-	-	-
Route # 17	-	-	-	-	-	-	-
Route # 18	-	-	-	-	-	-	-
Route # 19	-	-	-	-	-	-	-
Route # 20	-	-	-	-	-	-	-
Route # 21	-	-	-	-	-	-	-
Route # 22	-	-	-	-	-	-	-
Route # 23	-	-	-	-	-	-	-
Route # 24	-	-	-	-	-	-	-
Route # 25	-	-	-	-	-	-	-
Route # 26	-	-	-	-	-	-	-
Route # 27	-	-	-	-	-	-	-
Route # 28	-	-	-	-	-	-	-
Route # 29	-	-	-	-	-	-	-
Route # 30	-	-	-	-	-	-	-
Route # 31	-	-	-	-	-	-	-
Route # 32	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	-	-	-	-	-	-	-

Figure 24 – Répartition par lien – exemple de l'onglet SDH

Nous avons expliqué que les "éléments de lien" correspondaient à l'infrastructure et à l'électronique de transmission sous-jacentes à chaque type de route, une route reliant deux nœuds de même type ou de type distinct entre eux. Cette section rassemble, pour chacune des

lignes de coûts de la section **Informations financières**, les données nécessaires par type de route (AN-Controller, CN-CN, etc.) du sous-jacent considéré. Ces données, issues de la section **Détail des calculs**, sont ensuite reprises sur l'onglet **_Links**, afin de déterminer un coût final, en devise locale, par équivalent Mb traversant un type de lien particulier.

- ***Section Détails des calculs (Calculation detail)***

Présentes pour chacune des familles, mais différant fortement de l'une à l'autre, ces sections font appel à de nombreuses données des onglets considérés, mais aussi des onglets **_Node** et **_Links**. Elles représentent le cœur du modèle Bottom-Up puisqu'en se basant sur des informations du type BHE ou nombre de nœuds par type, reconstruise un réseau « efficient » pour l'opérateur. Elles « optimisent » la quantité, pour chaque type d'élément, nécessaire pour assurer la liaison entre les différents nœuds du réseau. Aucune donnée n'est à renseigner par l'utilisateur dans cette section.

Par ailleurs, des sections spécifiques à chaque famille peuvent apparaître en haut de chaque onglet, à droite de la section **Données utiles**. Elles sont dans ce cas impératives à remplir car servant dans les formules de la section **Détails des calculs**.

Retour sur les facteurs de routage :

Une fois que tous les onglets **_Node** et **_LE** ont bien été remplis par l'utilisateur, il est utile de revenir sur les onglets **_NodeRoutFacts** et **_LinkRoutFacts** vus précédemment, puisque toutes les données intervenant dans les calculs par défaut des facteurs de routage ont déjà été saisies.
L'utilisateur peut ainsi choisir à ce moment de rentrer des valeurs personnelles sur ces onglets, si certains des facteurs de routage par service, calculés automatiquement, lui semble trop éloigné de la réalité, pour l'opérateur considéré.

- **Liens (*Links*) : onglet _Links**

Cet onglet n'est pas apparent naturellement. Il faut en demander l'ouverture dans l'onglet menu (ligne 69).

- **Objet de l'onglet _Links**

Pour les nœuds du réseau, nous pouvions parvenir sur chacun des onglets à un coût en devise locale par équivalent Mb traversant le type de nœud considéré. Le problème est plus délicat pour les liens, car un type de lien considéré (ex : CN6CN) peut être supporté par plusieurs infrastructures et électroniques de transmission (SDH + fibres optiques + tranchées, Faisceaux hertziens + pylônes, etc.). Il faut donc, pour chaque type de lien, ventiler les coûts par ligne de coûts de chaque grande famille d'éléments de liens définie. C'est l'objet de l'onglet **_Links** : croiser les données de charges du réseau par service (trafic et facteurs de routage), s'appliquant bien à des liens, et les données sur les coûts d'équipement et d'exploitation, s'appliquant en revanche aux infrastructures et électroniques de transmission sous-jacentes (onglets **_LE**).

Aucune donnée n'est à rentrer par l'utilisateur sur l'onglet _Links, celui-ci effectuant des calculs à partir des données reprises sur les onglets **Services**, **Financial**, **LinkRoutFacts** et **_LE 1..32**, normalement complétés au préalable (l'utilisation du code couleur se révélant ici particulièrement avantageuse). C'est en revanche un onglet très utile pour l'utilisateur, lui permettant de vérifier la cohérence de nombre de donnés, et d'avoir une vue synthétique de tous les coûts affectant les liens.

3. Précisions sur le passage des liens aux routes.

Pour effectuer le passage des différentes infrastructures caractérisées par leur technologie (optique, hertzienne, satellite…) aux routes reliant les nœuds, il est nécessaire d'affecter le coût de ces infrastructures aux différentes routes. Ceci s'opère élément de réseau par élément de réseau selon les algorithmes suivants:

- Une table présente dans un onglet caché _Network donne les nœuds admis sur chaque type de route (par exemple le trajet AN-Controller admet des stations de base et des contrôleurs)
- Ceci permet d'affecter chaque trajet optique décrit à un trajet, en les répartissant selon leur capacité (STM1,4…). Dès lors, pour chaque capacité, on peut obtenir sa répartition par trajet (Tableau I12/O49 de _LE1)
- Les câbles optiques sont affectés selon la même logique.
- Chaque trajet hertzien est affecté à l'élément de réseau le plus aval qu'il dessert: les équipements de transmission et les pylônes sont alors ventilés conformément.
- Les coûts satellite sont affectés au prorata des abonnés raccordés dans le cas des réseaux fixes et des TRX raccordés dans le cas des réseaux mobiles.

4. Résultats (*Results*)

Le principe de ce modèle est d'obtenir le détail des différents coûts d'interconnexion. Les étapes remplies jusqu'à ce stade permettent d'obtenir le coût *Bottom-Up*, c'est-à-dire en partant des éléments du réseau un par un et en les agrégeant.

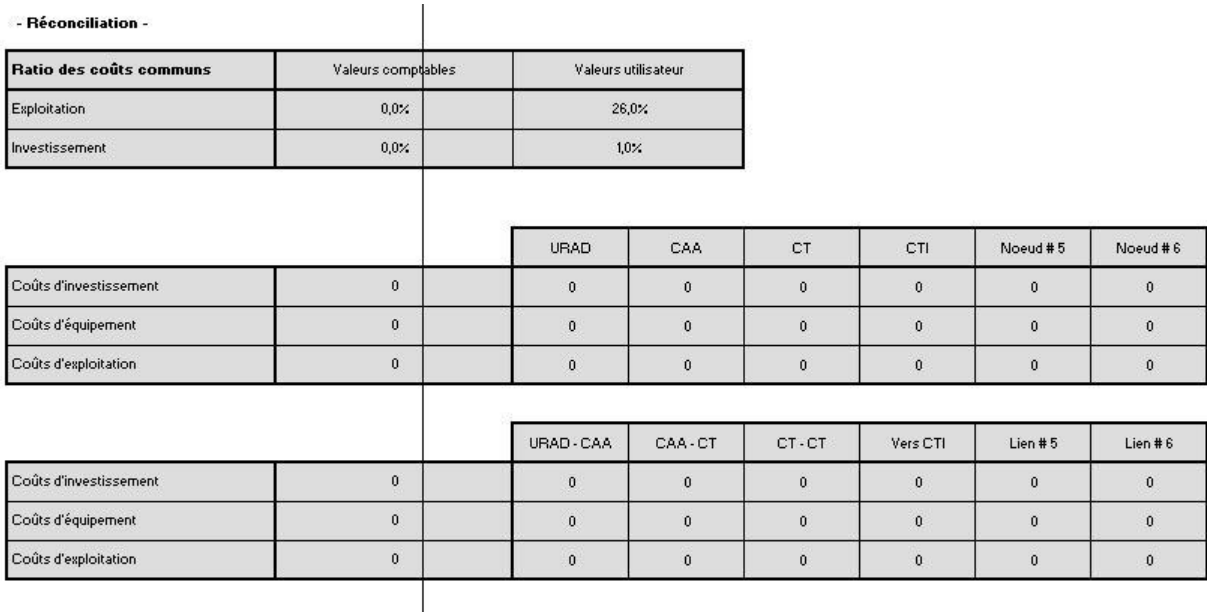
L'agrégation de ces résultats s'opère sur l'onglet Results. Mais, l'analyse des résultats du modèle ne peut être sérieuse sans que soit conduite une réconciliation de ces résultats avec les données comptables: c'est l'objet de l'onglet Top-Down. Un onglet de visualisation synthétique des résultats et d'analyse de leur sensibilité est proposé pour finaliser le travail d'évaluation des coûts de terminaison d'appel. Il s'agit de l'onglet Steering/Pilotage.

La réconciliation *Top-Down* consiste à reconstituer les coûts en partant des données comptables existantes. L'onglet *Top-Down* intègre cette analyse comptable du réseau.

a. Onglet Top-Down

En haut de l'onglet, on trouve en premier lieu la comparaison entre deux évaluations du ratio des coûts communs : la valeur utilisateur, qui est extraite de l'onglet **Steering**, et les valeurs comptables, extraites du bas de l'onglet. Par défaut, les coûts communs appliqués au modèle sont les coûts communs tels qu'ils ressortissent de l'analyse comptable conduite sur cet onglet.

Suivent ensuite un rappel des totaux des coûts d'investissement, des coûts d'équipement et des coûts d'exploitation. Ces données sont rappelées à titre indicatif, et son extraites des onglets **_Node 1..32** correspondants et **_Links**.



- Réconciliation -

Ratio des coûts communs	Valeurs comptables	Valeurs utilisateur
Exploitation	0,0%	26,0%
Investissement	0,0%	1,0%

		URAD	CAA	CT	CTI	Noeud # 5	Noeud # 6
Coûts d'investissement	0	0	0	0	0	0	0
Coûts d'équipement	0	0	0	0	0	0	0
Coûts d'exploitation	0	0	0	0	0	0	0

		URAD - CAA	CAA - CT	CT - CT	Vers CTI	Lien # 5	Lien # 6
Coûts d'investissement	0	0	0	0	0	0	0
Coûts d'équipement	0	0	0	0	0	0	0
Coûts d'exploitation	0	0	0	0	0	0	0

Figure 28 – Comparaison des coûts communs et rappel des coûts généraux

Le principe des l'analyse top-down est d'opérer une ventilation grossière des coûts d'exploitation et des coûts d'investissements présents dans la comptabilité générale (en l'absence de comptabilité analytique) de façon à les mettre en regard des coûts issus du modèle afin de 'apprécier leur "cohérence".

En général, les coûts du modèle devront être inférieurs aux coûts comptables, car la méthode CMILT retient les coûts pertinents d'un opérateur efficient construisant son réseau aux coûts actuels. Il existe donc trois raisons au moins pour obtenir des coûts inférieurs, mais la différence obtenue sera d'autant plus faible que les coûts historiques et les coûts actuels d'un opérateur seront proches, qu'il sera doté de technologies et d'une exploitation efficientes, c'est-à-dire qu'il s'agira d'un opérateur "jeune".

Le principe de l'analyse top-down consiste donc à prendre:

- d'une part, tous les coûts d'exploitation présents dans la comptabilité de l'opérateur (à l'exception des amortissements, puisque le modèle raisonne en coûts économiques) et
- d'autre part, tous les coûts des immobilisations brutes reflétant les investissements dans l'outil de production de l'opérateur,

et de ventiler ces coûts (en une seule étape), poste par poste, à l'aide des clés qui sembleront les plus appropriées et qui seront disponibles, de façon à obtenir des agrégats "analytiques" comptables les plus proches dans leur assiette des données d'investissement et d'exploitation fournies par le modèle.

Cette ventilation s'effectue selon une nomenclature d'activités relativement frustre où le poste qui importe le plus est celui qui correspond à l'assiette des coûts pertinents pour l'interconnexion telle qu'elle est définie et utilisée dans le modèle, qui est dénommé dans cet onglet 'cœur de réseau' ('core network'). On ventilera donc les postes de dépenses et d'investissements sur la nomenclature d'activités suivante:

- **Cœur de réseau (définissant les coûts incrémentaux) (=incrément)**
  Devront être affectés sur ce poste toutes les dépenses correspondant à ce qui est pris en compte comme base incrémentale dans le modèle bottom-up
- **Réseau d'accès (hors incrément)**
  Sont concernés ici les coûts relatifs aux réseaux d'accès non incrémentaux (comme la ligne locale des réseaux fixes ou le terminal d'abonné des réseaux mobiles)
- **Ventes et Distribution**
  Il s'agit ici de tous les frais de marketing et de commercialisation des services auprès des clients finaux de l'opérateur.
- **Services à valeur ajoutée**
  Sont concernés ici les coûts relatifs aux services complémentaires offerts sur le réseau (conférence à trois, affichage de l'appelant, etc.)
- **Autres réseaux 1**
  Ce peut être un réseau de télédiffusion opéré par un opérateur historique, ou un réseau de transmission de données (X25, IP…), etc.
- **Autres réseaux 2**
  idem
- **Coûts communs**
  Sont affectés sur ce poste toutes les dépenses pertinentes pour l'interconnexion qui ne peuvent être affectés sur un des postes précédents
- **Coûts non pertinents**
  Sont concernées ici les dépenses non pertinentes pour l'interconnexion. Il s'agira notamment des postes suivants:
  - *Les charges d'interconnexion domestiques payées par l'opérateur pour terminer les appels de ses clients sur d'autres réseaux*
  - *Les charges d'interconnexion internationales*
  - *Les charges dues au régulateur (taxes de service universel, taxes de régulation…) à l'exception des charges pertinentes pour l'interconnexion (usage des fréquences)*
  - *Les frais de licence*
  - *Tout ce qui a trait à des immobilisations en cours, puisque les immobilisations correspondantes ne sont pas encore en service.*
- ***Dépenses d'interconnexion (nationales)***
  On affectera ici les dépenses de l'opérateur relatives à l'interconnexion nationale sur d'autres réseaux, de façon à établir une évaluation de la balance d'interconnexion.

Les comptes 60 (dépenses d'exploitation du compte 60 au compte 66) seront entrés dans la zone B71-D571. En première colonne (B) sera placé le numéro du compte (si possible à 6 chiffres, c'est-à-dire le niveau le plus fin de la comptabilité), en deuxième colonne (C), l'intitulé le plus complet possible du compte et en troisième colonne (D) le solde de ce compte tel qu'il apparaît dans la comptabilité générale de l'opérateur pour l'année considérée. Placer les données dans ces zones à partir d'un fichier numérique de la comptabilité au moyen d'un collage de valeurs sans mise en forme. Il y a donc 500 lignes disponibles pour les comptes 60. On exclura les postes d'amortissement ainsi que ceux relatifs aux charges financières qui ne sont pas a priori pertinents pour cette analyse top-down. S'il manque malgré tout des lignes, il est possible d'en ajouter dans la feuille excel en faisant attention de bien reporter à droite dans les colonnes G à R les formules présentes.

Les comptes 20 (immobilisations brutes du compte 20 au compte 24) seront entrés dans la zone B577-D776. La présentation des données devra être similaire à celle des dépenses d'exploitation. Il y a donc 200 lignes disponibles pour les comptes 20. On pourra étendre cette zone si besoin est comme pour les dépenses d'exploitation. On exclura là aussi les amortissements présents dans les comptes 20, ce qui importe étant les immobilisations brutes équivalentes aux investissements historiques présents dans le réseau.

En face de chaque compte (dépenses d'exploitation et immobilisations brutes) apparaît une case en bleu dans la colonne F: cette case doit recevoir le numéro d'une clé d'affectation des dépenses. En plaçant en face de chaque compte présentant un solde non nul une clé d'affectation analytique des dépenses, on procède automatiquement à la ventilation des dépenses de ce compte selon la clé introduite en colonne F.

Ces clés sont définies dans le tableau des lignes 35 à 56. L'analyse top-down peut donc utiliser 21 clés dont 14 sont prédéfinies. Si les clés disponibles sont insuffisantes, il est possible de rajouter des lignes dans ce tableau pour en introduire un nombre plus grand. L'expérience montre toutefois que le renseignement de clés qui seraient éventuellement pertinentes s'avère fréquemment délicat.

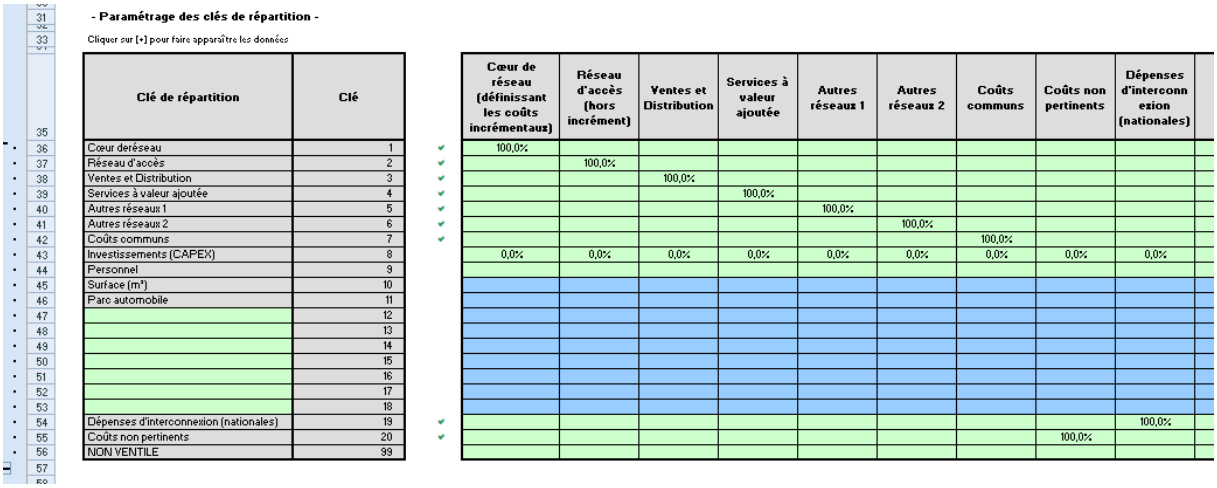
Les sept premières clés correspondent à une affectation totale des dépenses d'un compte sur une des activités d'affectation. La clé numéro 1 affecte ainsi totalement un compte sur l'activité n°1, à savoir le cœur du réseau. La clé numéro 2 affecte totalement le compte concerné sur l'activité n°2 et ainsi de suite. La clé numéro 20 affecte le compte sur l'activité 'non pertinent' et sera donc réservée aux comptes non pertinents pour l'interconnexion. La clé numéro 19 affecte le compte sur l'activité interconnexion nationale.

Quatre autres clés sont proposées dont deux sont calculées automatiquement par le modèle:

- La première a trait aux investissements: cette clé est calculée sur la ventilation totale des investissements qui est effectuée au sein de cette analyse de la comptabilité. Elle ne peut donc être connue qu'après affectation des comptes 20 et ne doit évidemment pas être utilisée pour l'affectation des comptes 20. Elle peut être utilement mobilisée pour l'affectation de dépenses d'exploitation ayant trait à des pièces détachées ou des frais de maintenance généraux présentes dans les comptes 60.
- La deuxième a trait au personnel: elle est calculée automatiquement à partir de la ventilation des effectifs sollicitée dans la feuille financial et explique le détail requis dans ce tableau. Cette clé sera fréquemment utilisée pour ventiler de petites dépenses d'exploitation dont l'induction est clairement généré par le personnel (équipement des bureaux, bureautique, frais de déplacement…) et bien évidemment pour la ventilation des frais de personnel.
- Une troisième clé non renseignée est celle de la surface des locaux utilisés par l'opérateur ventilée par activité. Cette clé si elle peut être renseignée (par exemple par répartition des m2 entre fonctions), peut s'avérer utile pour l'affectation de certains comptes.
- Une quatrième clé non renseignée également est celle de la répartition du parc automobile selon les activités, utile pour les postes de dépenses relatifs à l'usage de ces véhicules.

On placera en frais communs ce qui est effectivement des frais communs, au-delà des dépenses de personnel dont une partie ira naturellement en frais communs. Ce seront principalement des dépenses non affectables sur des activités, comme les frais de gestion de la société (commissaires aux comptes…), des impôts et taxes non assises sur la valeur ajoutée, etc. Seront comptabilisés en frais communs ce qui n'est pas pris en compte par le modèle, par exemple les véhicules, s'ils apparaissent venir en sus des provisions complémentaires déjà introduites dans l'onglet finances (lignes 118 à 120).

La somme des ventilations de chaque clé doit évidemment être égale à 100%, ce qui peut être validé par le signet placé en colonne F.



- Paramétrage des clés de répartition -

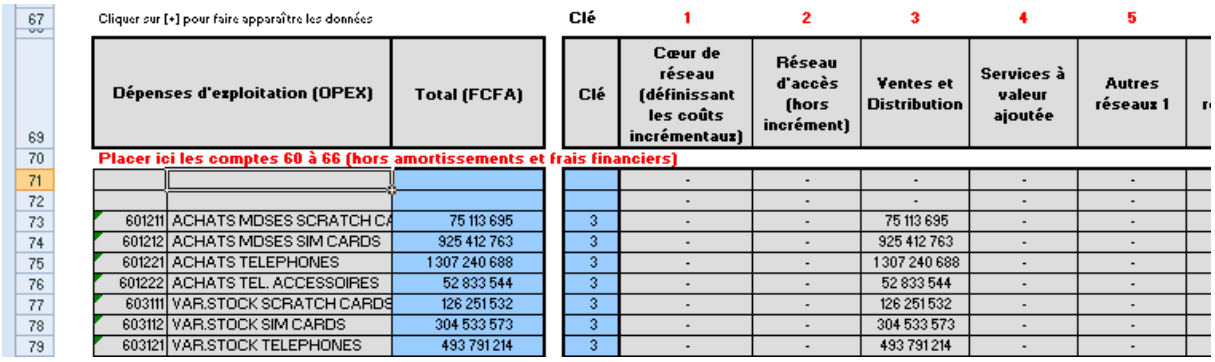
Cliquer sur [+] pour faire apparaître les données

Clé de répartition	Clé
Cœur de réseau	1
Réseau d'accès	2
Ventes et Distribution	3
Services à valeur ajoutée	4
Autres réseaux 1	5
Autres réseaux 2	6
Coûts communs	7
Investissements (CAPEX)	8
Personnel	9
Surface (m²)	10
Parc automobile	11
	12
	13
	14
	15
	16
	17
	18
Dépenses d'interconnexion (nationales)	19
Coûts non pertinents	20
NON VENTILE	99

Cœur de réseau (définissant les coûts incrémentaux)	Réseau d'accès (hors incrément)	Ventes et Distribution	Services à valeur ajoutée	Autres réseaux 1	Autres réseaux 2	Coûts communs	Coûts non pertinents	Dépenses d'interconn exion (nationales)
100,0%								
	100,0%							
		100,0%						
			100,0%					
				100,0%				
					100,0%			
						100,0%		
0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
								100,0%
							100,0%	

Figure 29 – Structure des clés de répartition

Ces clés de répartition sont ensuite utilisées dans le bas de l'onglet. Pour chaque dépense d'exploitation ou chaque catégorie d'actifs, on mettra en face la valeur et la clé de répartition correspondante. Suite à cela, les valeurs seront automatiquement réparties dans les colonnes suivantes sur les différents postes. Ces valeurs, sommées, permettront de déterminer la part des dépenses comptables affectées à chaque activité. Ce récapitulatif est présenté en lignes 63 (OPEX) et 65 (CAPEX).



Cliquer sur [+] pour faire apparaître les données

Dépenses d'exploitation (OPEX)		Total (FCFA)	Clé	Cœur de réseau (définissant les coûts incrémentaux)	Réseau d'accès (hors incrément)	Ventes et Distribution	Services à valeur ajoutée	Autres réseaux 1
				1	2	3	4	5
Placer ici les comptes 60 à 66 (hors amortissements et frais financiers)								
				-	-	-	-	-
				-	-	-	-	-
601211	ACHATS MDSES SCRATCH CA	75 113 695	3	-	-	75 113 695	-	-
601212	ACHATS MDSES SIM CARDS	925 412 763	3	-	-	925 412 763	-	-
601221	ACHATS TELEPHONES	1 307 240 688	3	-	-	1 307 240 688	-	-
601222	ACHATS TEL. ACCESSOIRES	52 833 544	3	-	-	52 833 544	-	-
603111	VAR.STOCK SCRATCH CARDS	126 251 532	3	-	-	126 251 532	-	-
603112	VAR.STOCK SIM CARDS	304 533 573	3	-	-	304 533 573	-	-
603121	VAR.STOCK TELEPHONES	493 791 214	3	-	-	493 791 214	-	-

Figure 29 – Exemple de ventilation des opex

C'est sur ces récapitulatifs que seront notamment calculés la part des coûts communs qui seront utilisés dans le modèle. Le tableau des lignes 12 à 14 de cet onglet synthétise cette adéquation: les valeurs comptables apparaissent dans la colonne D et sont automatiquement reprises dans la colonne G qui contient donc les ratios de coûts communs utilisés dans le modèle. Si l'utilisateur souhaite rompre cette identité, il peut entrer en G13 et G14 des valeurs qui lui semblent plus pertinentes, notamment parce que par exemple la comptabilité ne serait pas disponible.

b. Onglet Revenue

Les mêmes principes d'affectation sont appliqués sur l'onglet revenue aux recettes de l'opérateur. Un ensemble de clés est disponible en tête de l'onglet. Les catégories d'affectation possibles cherchent à relier les recettes aux grandes catégories de trafic:

- **Trafic on net**
  Sont issus incluses les recettes facturées aux usagers du réseau pour des appels on-net
- **Trafic national sortant**
  On affectera ici les recettes des appels des abonnés du réseau vers les autres réseaux domestiques (fixes et/ou mobiles)
- **Trafic international sortant**
  On affectera ici les recettes des appels des abonnés du réseau vers les réseaux internationaux (fixes et/ou mobiles), que ces appels utilisent la passerelle de l'opérateur considéré ou celle d'un autre opérateur
- **Interco nationale (trafic)**
  On affectera ici les recettes des appels issus d'autres réseaux nationaux vers les abonnés du réseau: sera comptabilisé ici les recettes liées au trafic (terminaison d'appels)
- **Interco internationale (trafic)**
  On affectera ici les recettes des appels issus des réseaux internationaux vers les abonnés du réseau: sera comptabilisé ici les recettes liées au trafic (terminaison d'appels)
- **Autres recettes d'interco**
  On affectera ici les recettes d'interconnexion non liées au trafic (liaisons louées, colocalisations, locations de pylônes, etc.)
- **Trafic données et autres**
  On affectera ici les recettes du trafic données si elles peuvent être isolées, ainsi que les recettes de roaming (in et out)
- **Messages SMS, MMS**
  On affectera ici les recettes relatives aux messages on-net, sortant et entrant.
- **Terminaux, cartes SIM, abonnements**
  On affectera ici les recettes non liées au trafic, notamment les recettes issues de la vente de terminaux, de raccordements au réseau (cartes SIM,…) et d'abonnements, notamment pour les services postpayés.

Pour produire cette affectation des recettes, on entrera les postes de recettes courantes de l'exercice (comptes 70 si possible à 6 chiffres) dans les lignes débutant en ligne 68. Puis, on appliquera sur chaque compte élémentaire une clé d'affectation prise dans les clés des lignes 34 à 54. Chaque catégorie de trafic dispose de sa clé. Une clé supplémentaire calculée est proposée qui ventile le trafic départ, de façon à permettre la ventilation des ventes d'unités de trafic aux abonnés du réseau.

Un tableau en tête d'onglet récapitule les données de recettes et les données de trafic, de façon à calculer une recette par unité de trafic dont la pertinence permettra d'apprécier la qualité des données soumises par l'opérateur, notamment ses données de trafic.

En haut à droite de cette feuille, on entrera les données de parc d'abonnés, tant pour les abonnés au réseau fixe que pour les abonnés au réseau mobile, s'il y a lieu. Ces données seront entrées de façon mensuelle, selon leurs caractéristiques. On entrera également les tarifs affichés par l'opérateur.

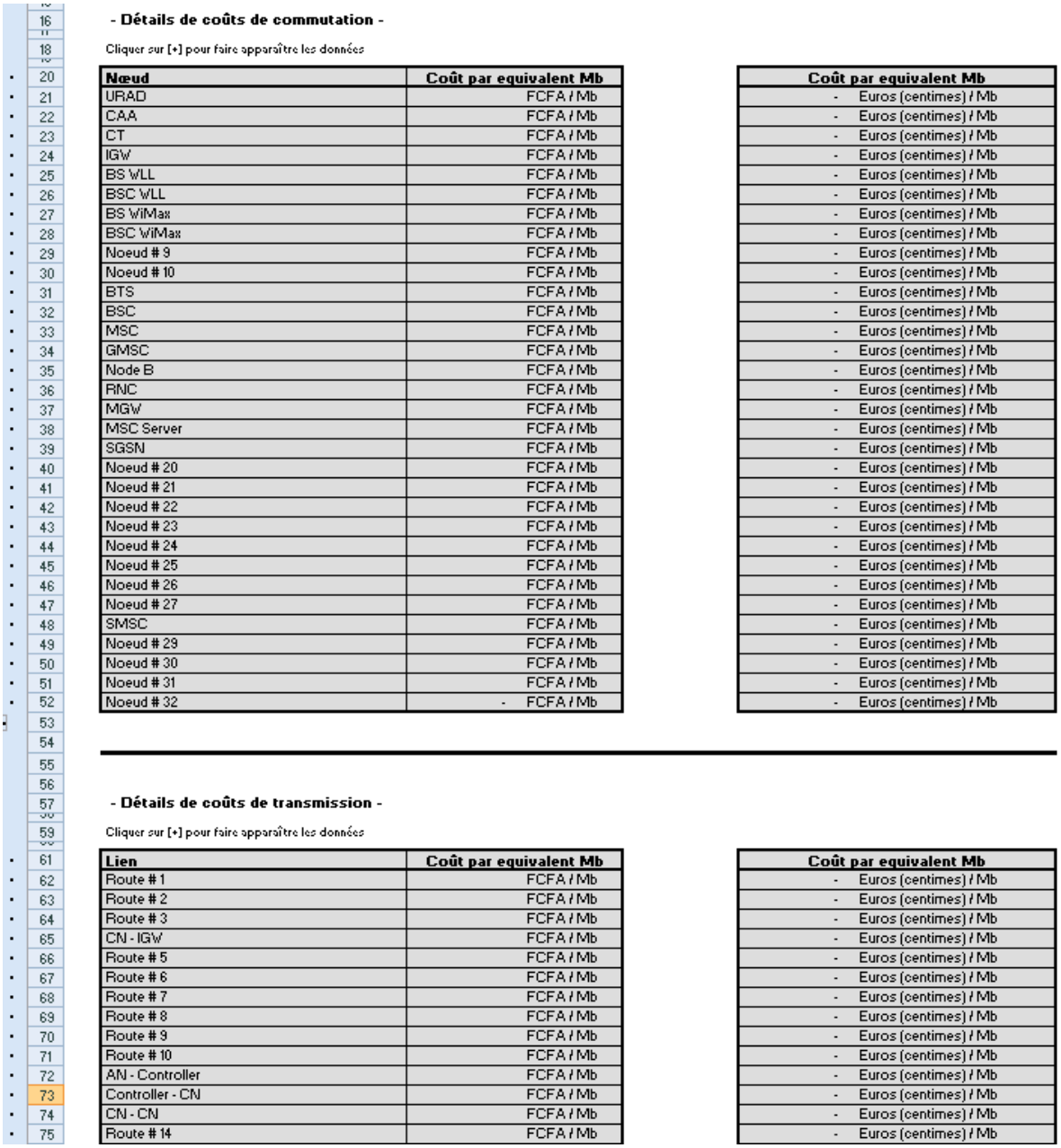
c. Résultats du modèle (*Model results*) : onglet Results

L'onglet Results présente les résultats détaillés des coûts de traversée du réseau pour chaque service ayant un trafic non nul. Cet onglet n'est utile que pour ceux qui souhaitent avoir accès à l'intégralité des résultats de calcul des coûts.

En haut de l'onglet, on trouve les coûts de commutation (coûts de traversée des nœuds), par équivalent Mb. Ces coûts sont présentés à la fois en Euros et dans la monnaie du modèle. En

dessous sont présentés, de la même manière, les coûts de transmission, c'est-à-dire pour chaque route.

Ces données sont le rappel des informations que l'on trouve sur chaque onglet de nœud correspondant ou sur l'onglet Links récapitulant les coûts des routes à partir de l'analyse des coûts des liens.



- Détails de coûts de commutation -

Cliquer sur [+] pour faire apparaître les données

Nœud	Coût par equivalent Mb	Coût par equivalent Mb
URAD	FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb
CAA	FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb
CT	FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb
IGW	FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb
BS WLL	FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb
BSC WLL	FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb
BS WiMax	FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb
BSC WiMax	FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb
Noeud # 9	FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb
Noeud # 10	FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb
BTS	FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb
BSC	FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb
MSC	FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb
GMSC	FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb
Node B	FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb
RNC	FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb
MGW	FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb
MSC Server	FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb
SGSN	FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb
Noeud # 20	FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb
Noeud # 21	FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb
Noeud # 22	FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb
Noeud # 23	FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb
Noeud # 24	FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb
Noeud # 25	FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb
Noeud # 26	FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb
Noeud # 27	FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb
SMSC	FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb
Noeud # 29	FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb
Noeud # 30	FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb
Noeud # 31	FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb
Noeud # 32	- FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb

- Détails de coûts de transmission -

Cliquer sur [+] pour faire apparaître les données

Lien	Coût par equivalent Mb	Coût par equivalent Mb
Route # 1	FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb
Route # 2	FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb
Route # 3	FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb
CN - IGW	FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb
Route # 5	FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb
Route # 6	FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb
Route # 7	FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb
Route # 8	FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb
Route # 9	FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb
Route # 10	FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb
AN - Controller	FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb
Controller - CN	FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb
CN - CN	FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb
Route # 14	FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb

Figure 31 – Détails des coûts de commutation et de transmission

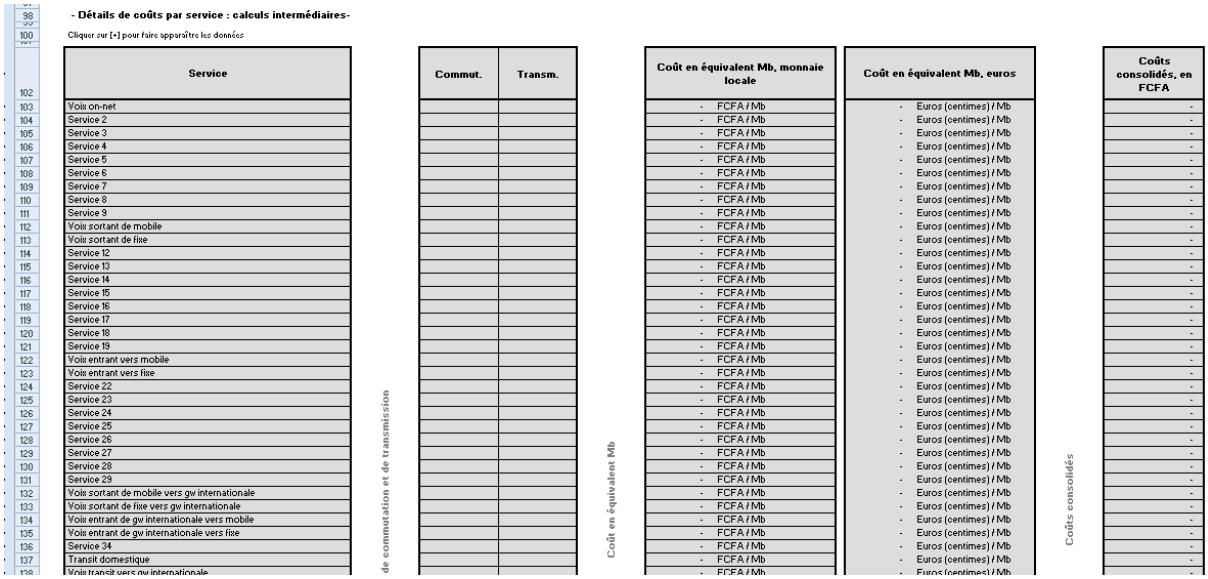
On trouve ensuite, pour chaque service, plusieurs informations :

- **Commut.** est le coût de commutation, en équivalent Mb, pour le service donné. Il est obtenu à partir du produit matriciel réalisé entre les coûts de chaque nœud et les facteurs de routage du service correspondant.

- **Transm.** est obtenu de manière identique avec les routes.

Ces deux informations, sommées, donnent le **Coût en équivalent Mb, monnaie locale**. Ce coût est ensuite indiqué en Euros et donne le **Coût en équivalent Mb, euros**.

Enfin, les **Coûts consolidés, en monnaie locale** sont obtenus en multipliant le coût en équivalent Mb par la valeur du trafic, en Mb. Il s'agit du coût total imputable à chaque service.



- Détails de coûts par service : calculs intermédiaires-

Cliquer sur [+] pour faire apparaître les données

Service	Commut.	Transm.	Coût en équivalent Mb, monnaie locale	Coût en équivalent Mb, euros	Coûts consolidés, en FCFA
Voix on-net			- FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb	-
Service 2			- FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb	-
Service 3			- FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb	-
Service 4			- FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb	-
Service 5			- FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb	-
Service 6			- FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb	-
Service 7			- FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb	-
Service 8			- FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb	-
Service 9			- FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb	-
Voix sortant de mobile			- FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb	-
Voix sortant de fixe			- FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb	-
Service 12			- FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb	-
Service 13			- FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb	-
Service 14			- FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb	-
Service 15			- FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb	-
Service 16			- FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb	-
Service 17			- FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb	-
Service 18			- FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb	-
Service 19			- FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb	-
Voix entrant vers mobile			- FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb	-
Voix entrant vers fixe			- FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb	-
Service 22			- FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb	-
Service 23			- FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb	-
Service 24			- FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb	-
Service 25			- FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb	-
Service 26			- FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb	-
Service 27			- FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb	-
Service 28			- FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb	-
Service 29			- FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb	-
Voix sortant de mobile vers gw internationale			- FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb	-
Voix sortant de fixe vers gw internationale			- FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb	-
Voix entrant de gw internationale vers mobile			- FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb	-
Voix entrant de gw internationale vers fixe			- FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb	-
Service 34			- FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb	-
Transit domestique			- FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb	-
Voix transit vers gw internationale			- FCFA / Mb	- Euros (centimes) / Mb	-

de commutation et de transmission

Coût en équivalent Mb

Coûts consolidés

Figure 32 – Détails des coûts par service

Ces informations sont ensuite utilisées dans le bas du modèle, qui donne coût par service et par unité pertinente. Ce résultat est obtenu en multipliant le coût en équivalent Mb par le facteur de conversion approprié. Ce facteur de conversion et l'unité pertinente du service sont extraits de l'onglet **Services**.

On obtient ainsi, pour chaque service, dans la monnaie locale et en euros, le coût par unité du service correspondant (min, unité, km, etc.).

- Détails de coûts par service -

Cliquer sur [+] pour faire apparaître les données

Service	Coût en unité de référence	Coût en équivalent Mb. euros
Voix on-net	- FCFA / Min	- Euros (centimes) / Min
Service 2	- FCFA / Min	- Euros (centimes) / Min
Service 3	- FCFA / Min	- Euros (centimes) / Min
Service 4	- FCFA / Min	- Euros (centimes) / Min
Service 5	- FCFA / Min	- Euros (centimes) / Min
Service 6	- FCFA / Min	- Euros (centimes) / Min
Service 7	- FCFA / Min	- Euros (centimes) / Min
Service 8	- FCFA / Min	- Euros (centimes) / Min
Service 9	- FCFA / Min	- Euros (centimes) / Min
Voix sortant de mobile	- FCFA / Min	- Euros (centimes) / Min
Voix sortant de fixe	- FCFA / Min	- Euros (centimes) / Min
Service 12	- FCFA / Min	- Euros (centimes) / Min
Service 13	- FCFA / Min	- Euros (centimes) / Min
Service 14	- FCFA / Min	- Euros (centimes) / Min
Service 15	- FCFA / Min	- Euros (centimes) / Min
Service 16	- FCFA / Min	- Euros (centimes) / Min
Service 17	- FCFA / Min	- Euros (centimes) / Min
Service 18	- FCFA / Min	- Euros (centimes) / Min
Service 19	- FCFA / Min	- Euros (centimes) / Min
Voix entrant vers mobile	- FCFA / Min	- Euros (centimes) / Min
Voix entrant vers fixe	- FCFA / Min	- Euros (centimes) / Min
Service 22	- FCFA / Min	- Euros (centimes) / Min
Service 23	- FCFA / Min	- Euros (centimes) / Min
Service 24	- FCFA / Min	- Euros (centimes) / Min
Service 25	- FCFA / Min	- Euros (centimes) / Min
Service 26	- FCFA / Min	- Euros (centimes) / Min
Service 27	- FCFA / Min	- Euros (centimes) / Min
Service 28	- FCFA / Min	- Euros (centimes) / Min
Service 29	- FCFA / Min	- Euros (centimes) / Min
Voix sortant de mobile vers gw internationale	- FCFA / Min	- Euros (centimes) / Min
Voix sortant de fixe vers gw internationale	- FCFA / Min	- Euros (centimes) / Min
Voix entrant de gw internationale vers mobile	- FCFA / Min	- Euros (centimes) / Min
Voix entrant de gw internationale vers fixe	- FCFA / Min	- Euros (centimes) / Min

Figure 32 – Résultats finaux

V. Pilotage du modèle (*Model steering*): onglet Steering

L'onglet 'steering' sera l'onglet crucial de pilotage du modèle pour affiner les résultats fournis par le modèle. Cet onglet permettra d'une part de faire remonter toutes les informations essentielles au pilotage du modèle (tableau de bord) et de proposer un certain nombre de "manettes" pour apprécier la sensibilité du modèle. En haut de l'onglet doivent apparaître les intitulés de la caractérisation de la modélisation: nom du pays, nom de l'opérateur, année de modélisation.

Cet onglet est divisé en cinq zones:

- Tarifs de terminaison d'appels

  L'utilisateur placera ici les valeurs hautes et basses obtenues dans ses différentes simulations. Il obtiendra ainsi en fin de travail les fourchettes de vraisemblance des coûts de la terminaison d'appel pour les différents services qui lui importent. Il pourra placer en ligne 9 des intitulés et étendre si besoin la plage de résultats sur les colonnes suivantes.

Tarifs de terminaison d'appels

	Plage vraisemblable de la terminaison d'appel		
Valeur haute			
Valeur basse			

A remplir par l'utilisateur selon les simulations

- Résultats

Cette zone affiche les résultats des coûts de traversée du réseau des appels entrants, c'est-à-dire les coûts des services d'interconnexion. A droite se trouve les coûts affectés d'un gradient horaire si besoin. La colonne G donne le ratio du coût de terminaison sur le coût d'un appel on-net pour certains appels.

-

-

Résultats	Tarifs de terminaison d'appels		Intercol on-net	Tarif plein	Tarif réduit	Week-End	Soir
Voix on-net		FCFA / Min	-	-	-	-	-
Voix sortant de mobile		FCFA / Min	-	-	-	-	-
Voix sortant de fixe		FCFA / Min	-	-	-	-	-
Voix entrant vers mobile		FCFA / Min	-	-	-	-	-
Voix entrant vers fixe		FCFA / Min	-	-	-	-	-
Voix entrant de gw internationale vers mobile		FCFA / Min	-	-	-	-	-
Voix entrant de gw internationale vers fixe		FCFA / Min	-	-	-	-	-
Transit domestique		FCFA / Min		-	-	-	-
Voix transit vers gw internationale		FCFA / Min		-	-	-	-
Voix transit de gw internationale		FCFA / Min		-	-	-	-
SMS on net		FCFA / Num		-	-	-	-
SMS entrant		FCFA / Num		-	-	-	-
MMS on net		FCFA / Num		-	-	-	-
MMS entrant		FCFA / Num		-	-	-	-

Puis apparaissent différentes zones permettant de synthétiser et qualifier la qualité et la nature des résultats obtenus.

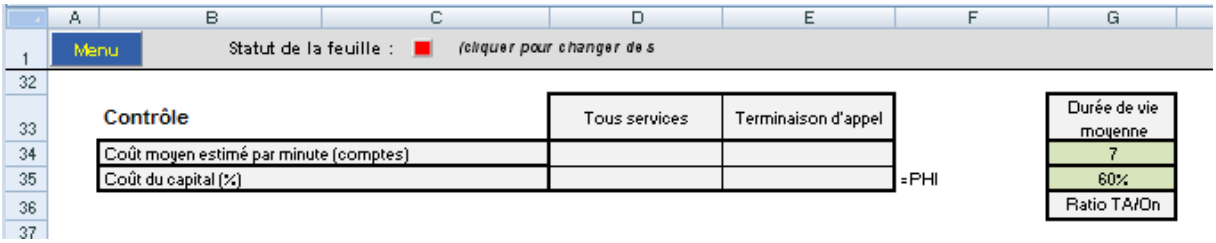
- **Zone contrôle**

La zone contrôle fournit une comparaison des coûts obtenus au moyen du modèle avec une analyse simple des données comptables: une estimation du coût de terminaison d'appel (TA) sur le réseau considéré est calculé de façon automatique à partir des données comptables selon la formule suivante:

Coût de TA= (OPEX + CAPEX/PHI[durée de vie; coût du capital])*60%

OPEX et CAPEX sont le montant respectivement des dépenses d'exploitation et des immobilisations brutes affectés au cœur de réseau à partir de l'analyse comptable conduite

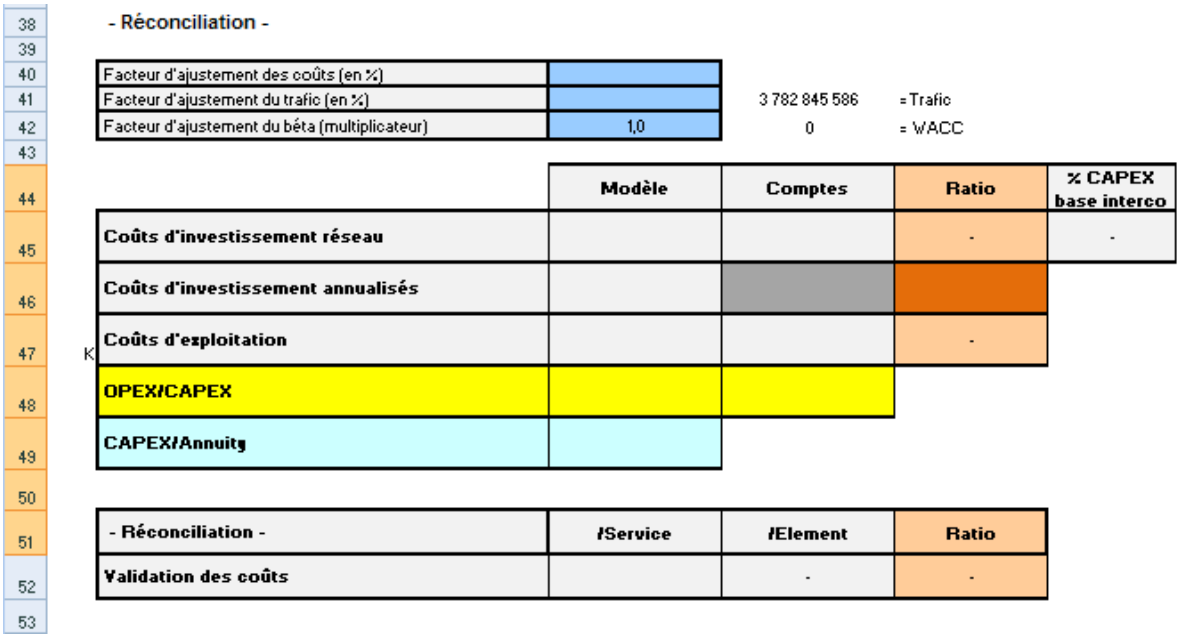
dans l'onglet top-down. PHI est le facteur d'annualisation des dépenses de capital fonction d'une part d'une durée de vie moyenne des équipements (paramétré en G34) et du coût du capital retenu pour la modélisation (rappelé en D35). Le facteur PHI est indiqué en E35.



On trouvera en D34 le résultat du calcul 'OPEX + CAPEX/PHI[durée de vie; coût du capital]' et en E34 ce résultat pondéré d'un facteur 60% (paramétrable en G35) correspondant à une estimation moyenne du coût de TA par rapport au coût moyen de traversée du réseau par un service moyen que fournit la formule indiquée ci-dessus. Cette valeur de la TA peut être considérée comme la borne supérieure du coût de la TA. Elle forme en quelque sorte une estimation frustre mais simple d'une TA qui serait obtenue à partir des comptes selon une analyse des coûts historiques pertinents complètement distribués (approche FDC).

- **Zone réconciliation**

Cette zone offre un certain nombre de rapprochements entre les données comptables et les données du modèle de façon à permettre de simuler un certain nombre d'effets.



La ligne 45 affiche côte à côte les résultats donnés par le modèle et les résultats fournis par l'analyse comptable top-down pour ce qui est des investissements (CAPEX). Logiquement, la valeur du modèle doit être inférieure à la valeur comptable d'un pourcentage (affiché et F45) d'autant plus important que l'opérateur est ancien (coûts historiques élevés, efficience plus faible, etc.).

La cellule D46 fournit la valeur annualisée du coût d'investissement donné par le modèle. La ligne 47 affiche la comparaison des valeurs fournies par le modèle et l'analyse comptable pour les dépenses d'exploitation (OPEX). L'écart en % des deux valeurs est affiché en F47. Le ratio des OPEX sur les CAPEX pour chaque source (modèle et analyse comptable) est présenté en ligne 48. Le facteur PHI synthétique est quant à lui affiché en D49 comme rapport des CAPEX à l'annuité synthétique calculée par le modèle.

Toutes ces informations donnent une vision synthétique de la réconciliation entre les données du modèle et l'analyse comptable effectuée dans l'onglet Top-down. Cette vision rapprochée des données comptables et des calculs modélisés est essentielle à une bonne interprétation des résultats. Elle permet de conforter les valeurs obtenues par la modélisation et de comprendre les écarts avec la comptabilité.

Pour affiner cette analyse, il est mis à la disposition de l'utilisateur trois "manettes" lui permettant d'agir instantanément sur les résultats du modèle qui s'affichent dans ces cellules ainsi que dans les cellules résultats. Ces trois manettes consistent à:

- Appliquer un facteur multiplicateur (supérieur ou inférieur à 1) à tous les coûts unitaires des équipements utilisés dans le modèle (cellule D40)
- Appliquer un facteur multiplicateur (inférieur ou supérieur à 1) au trafic qui sera pris en compte par le modèle (cellule D41).
- Appliquer un facteur d'ajustement du béta pris en compte dans le calcul du coût du capital de façon à voir l'incidence d'une modification du coût du capital (cellule D42).

Ces facteurs seront pris en différentiel (plus ou moins x%) dont la valeur doit donc être entrée en D40, D41 ou D42.

Le facteur d'ajustement des coûts va notamment permettre à l'utilisateur d'approcher artificiellement les coûts comptables, tant en CAPEX qu'en OPEX, et de comparer les résultats obtenus en matière de TA au résultat brut présenté dans la zone contrôle en E34. Cette simulation va lui permettre de mieux maîtriser la différence entre le modèle et les comptes, et éventuellement de tester l'incidence d'une correction ajustée des coûts unitaires, notamment si l'audit des coûts n'a pas pu être conduit dans de bonnes conditions.

Le facteur d'ajustement du trafic va permettre à l'utilisateur de tester l'incidence d'une variation de trafic sur les résultats des coûts de la TA, notamment si le trafic semble mal apprécié. Le nouveau trafic résultant de cette variation sera présenté en E41.

Le facteur d'ajustement du béta permet de "manipuler" le coût du capital à travers la sensibilité de la note de risque (le béta). Le facteur qui sera placé en D42 va modifier le béta du coût moyen pondéré du capital (WACC) et va donc agir sur le WACC dont la nouvelle valeur sera présentée en E42.

Grâce à ces trois "manettes", l'utilisateur peut tester la sensibilité du modèle à une variation de trois hypothèses très influentes du modèle et ainsi préciser les plages de valeur probables de la TA qu'il entrera dans les cellules des lignes 10 et 11 de cet onglet.

Un petit tableau spécifique permet de contrôler (B51-F52) que le calcul global des coûts, qu'il soit calculé par élément ou par service, est bien identique. La case F52 doit présenter une valeur nulle. Si ce n'est pas le cas, c'est en général parce que les facteurs de routage sont mal

renseignés: il existe en effet vraisemblablement une poche de coûts qui n'est pas amortie par des trafics (notamment du trafic MSC-MSC ou CAA-CAA): bien vérifier alors les facteurs de routage en ce cas. Notamment, quand il y a des liens satellitaires domestiques, la station terrienne est comptabilisée au titre des liens MSC-MSC, même s'il n'y a qu'un MSC en activité. Il faut alors activer du trafic sur ce lien pour résorber les coûts correspondants.

- **Zone coût du capital**

- Coût du capital -

Taux sans risque	-
Taux avec risque sur actions	-
Note de risque (coefficient beta)	-
Taux d'imposition des bénéfices	-
Taux d'endettement	-
Coût de la dette	-
Coût du capital (%)	-

Cette zone fournit la synthèse des données et des résultats relatifs au coût du capital.

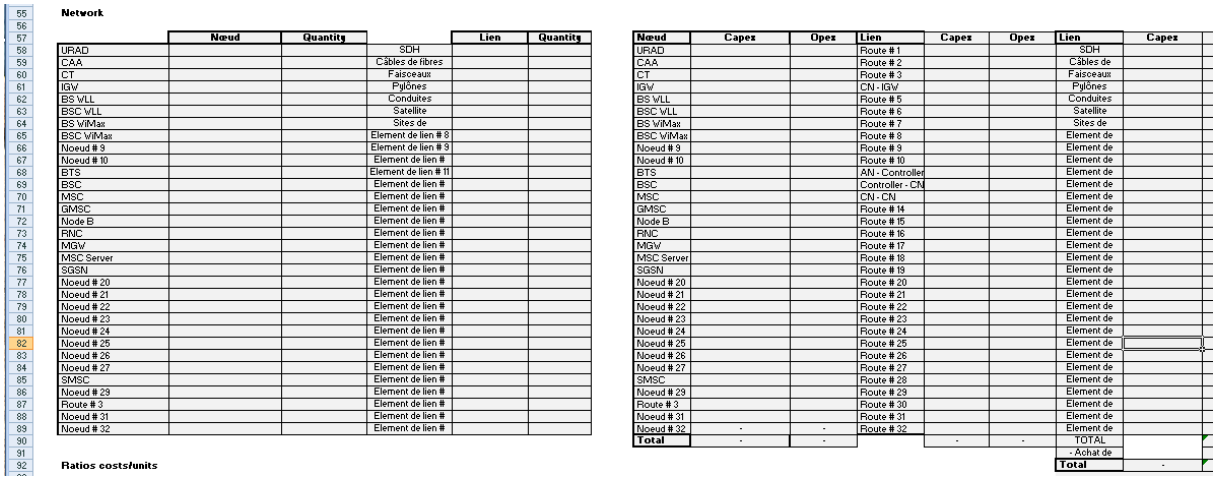
- **Zone trafic**

Données de trafic

	Minutes	Mb	% mn	% Mb	Prix mogen
Trafic on-net			0,0%	0,0%	
Trafic sortant			0,0%	0,0%	
Trafic entrant international			0,0%	0,0%	
Trafic entrant hors international			0,0%	0,0%	
Transit			0,0%	0,0%	
Messages & data			0,0%	0,0%	
Liaisons louées			0,0%	0,0%	
Total			0,0%	0,0%	

Une synthèse du trafic écoulé en minutes et en Mbits, ainsi que le prix moyen de ce trafic obtenu à partir des données de recettes est présentée dans cette zone.

- **Zone network**



Quelques indicateurs synthétiques par élément de réseau, et les synthèses en termes de capex et d'opex des nœuds, liens et routes sont fournis dans cet espace. Il permet rapidement de jauger la ventilation des capex et opex et déceler d'éventuelles invraisemblances, erreurs ou bugs du modèle. Un regard attentif à ce tableau est indispensable.

o Zone commentaires

Une zone spéciale est destinée à recevoir les commentaires qualitatifs à retenir pour l'appréciation du modèle. Ceux-ci doivent comprendre:

- Des appréciations sur la qualité des données placées dans le modèle
- Des indications sur les sources utilisées
- Des commentaires sur la pertinence, la cohérence ou la vraisemblance de telle ou telle donnée, telle ou telle source, tel ou tel calcul
- Tout autre commentaire utile à la compréhension du modèle et de ses résultats

o Zone ratios

Cette zone fournit un certain nombre de ratios qui peuvent être utiles au régulateur dans le cadre d'une analyse croisée entre opérateurs. Ces ratios sont calculés tant sur les données issues du modèle que sur celles issues de l'analyse comptable quand cela s'avère pertinent.

Cette zone a vocation à être complété au fur et à mesure que l'usage du modèle se développera.

Deux inducteurs de coûts ont été privilégiés à ce stade:

- Les minutes de trafic
- Le nombre de TRX pour les réseaux mobiles qui apparaît comme un indicateur synthétique extrêmement pertinent de la capacité et des coûts d'un réseau GSM.

					Modèle	Comptes
96		Ratios				
97						
98	A	Coûts d'investissement réseau		'000 $$$	-	-
99	B	Nombre total de TRX (canaux full duplex)		nb	-	-
100		Nb de BTS		nb	-	-
101	C	Trafic en unité d'œuvre de référence		Minutes	-	-
102						
103	A/B	Ratio capex/# TRX		'000 $$$	-	-
104	A/C	Ratio capex/# mn		$$$	-	-
105						
106	A/B	Ratio capex/# TRX		'000 euros	-	-
107	A/C	Ratio capex/# mn		c euros	-	-
108						
109	D	Immobilisations brutes (total capex - comptes)		'000		-
110	E	Total opex (excl. amortisst et dép. financières)		'000		-
111						
112	A/D	Ratio capex réseau/total capex		%		-
113	K/E	Ratio opex réseau/total opex		%		-
114						
115	C/B	Ratio Trafic/TRX		mn/TRX	-	
116		Ratio Trafic/BTS		mn/BTS	-	
117						
118		Nombre d'employés		nb		-
119		Coût annuel par employé, en $$$		000 $$$		-
120						
121		Dépenses d'interconnexion		000 000 $$$		-
122		Recettes d'interconnexion		000 000 $$$		-
123		Balance d'interconnexion		000 000 $$$		-
124						
125		Recettes totales		000 000 $$$		-
126		Total opex (excl. amortisst et dép. financières)		000 000 $$$		-
127		EBITDA		000 000 $$$		-
128						
129		Total des abonnés filaires ou fixes - période de référence		nb	-	
130		Total des abonnés cellulaires - période de référence		nb	-	
131		Abonnés		nb	-	
132						
133		Trafic départ + arrivée internationale		Minutes	-	
134		Trafic par abonné		Minutes	-	
135						

Les données sont présentées dans la monnaie du modèle et éventuellement en euros de façon à simplifier les benchmarks internationaux.

Cet onglet 'steering' (pilotage) peut être copié dans son intégralité et être collé dans un classeur de synthèse par pays de façon à permettre les comparaisons entre opérateurs. A cette fin, copier la feuille dans son intégralité et la coller dans une feuille vierge du classeur de comparaison, en procédant éventuellement à deux collages, le premier normal, et le deuxième, éventuellement si on ne souhaite pas conserver de lien avec le classeur originel, en valeur.

VI. Administration

Un des buts de la refonte du modèle étant de permettre d'intégrer de nouveaux services et de nouvelles architectures de réseaux, tout a été fait pour rendre son évolutivité maximale, et sans nécessiter d'intervention des développeurs du modèle initial. L'objet de cette partie est de présenter quelques clés permettant de faire évoluer le modèle, en ajoutant de nouveaux services, nœuds, liens, « éléments de lien », ou en faisant évoluer des formules de calcul, sans compromettre pour autant l'intégrité de ce qui existe déjà.

1. Faire évoluer le modèle

a. Gestion des langues

Comme nous l'avons vu dans le mode d'emploi utilisateur (I.A.1)), l'utilisateur peut choisir une langue de travail à l'aide d'une liste de choix sur l'onglet **Menu**. Pour cela, nous sommes passés par l'intermédiaire d'un onglet **_lang_**, disponible en cliquant sur le bouton **Afficher tous les onglets** (***Display all worksheets***).

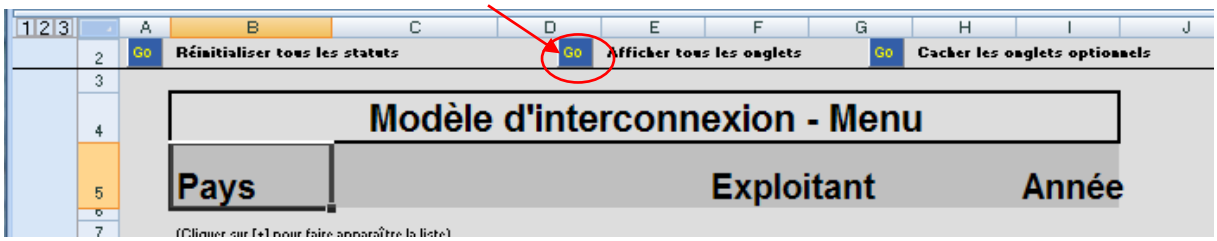


Figure 33 – Affichage de l'onglet _lang_ via l'onglet Menu

Les langues de la liste de choix de l'étape 1 sont celles des cellules la ligne 1, cachée par défaut. Celles-ci font référence aux en-têtes des colonnes de l'onglet **_lang_**, chaque colonne correspondant à une seule langue.

	Current Language	English	Français	Español
394	*Durée de vie (années)*	Asset life (years)	Durée de vie (années)	Tiempo de vida (años)
395	*Tendance d'évolution des prix (%)*	Price trend (%)	Tendance d'évolution des prix (%)	Tendencia de la evolución de precios (%)
396	*Evolution (Capital * Prix)*	Evolution (Capital * Price)	Evolution (Capital * Prix)	Evolución (Capital * Precio)
397	*Valeur résiduelle (% des coûts en capital)*	Scrap value (% of capital costs)	Valeur résiduelle (% des coûts en capital)	Valor residual (% de costos de capital)
398	*Coûts d'exploitation (% des coûts en capital)*	Operating costs (% of capital costs)	Coûts d'exploitation (% des coûts en capital)	Costos de explotación (% de costos de capital)
399	*Ventilation des coûts*	Cost breakdown	Ventilation des coûts	Análisis de costos
400	*Ventilation des coûts.*	Cost breakdown.	Ventilation des coûts.	Análisis de costos
401	*Nœud*	Node	Nœud	Nodo
402	*% du personnel*	personnel %	% du personnel	% de personal
403	*- Ventilation des coûts par type de réseau -*	- Cost breakdown by network type -	- Ventilation des coûts par type de réseau -	- Análisis de costos por tipo de red -
404	*- Hypothèses générales -*	- General working hypothesis -	- Hypothèses générales -	- Hipótesis generales -
405	*Masse salariale, en*	Wage bill, in	Masse salariale, en	Masa salarial en:
406	*Nombre d'employés*	Number of employees	Nombre d'employés	Número de empleados
407	*Coût annuel par employé, en*	Annual employee cost, in	Coût annuel par employé, en	Costo anual por empleado, en
408	*- Personnel -*	- Personnel -	- Personnel -	- Personal -
409	*Part du personnel sur ce nœud*	Personnel rate for this node	Part du personnel sur ce nœud	Personal para este nodo
410	*- Personnel: effectifs et ventilation -*	- Personnel: workforce and breakdown -	- Personnel : effectifs et ventilation -	- Personal: Mano de obra y desglose -
411	*Activité*	Activity	Activité	Actividad
412	*Gestion opérationnelle des nœuds*	Nodes Operation & Maintenance	Gestion opérationnelle des nœuds	Gestión operacional de nodos
413	*Personnel affecté à la commutation*	Switching personnel	Personnel affecté à la commutation	Personal en conmutación
414	*Facteur d'ajustement des coûts pour le pays*	Country cost adjustment factor	Facteur d'ajustement des coûts pour le pays	Factor de ajuste de costos del país
415	*Données issues de l'onglet "Eléments financiers"*	Data from the "Financial elements" tab	Données issues de l'onglet "Eléments financiers"	Data de la pestaña "Financial Elements"
416	*Données issues de l'onglet "Ventilation"*	Data from the "Breakdown" tab	Données issues de l'onglet "Ventilation"	Data de la pestaña "Breakdown"
417	*Lien*	Link	Lien	Enlace
418	*- Ventilation des Coûts communs -*	- Shared costs breakdown -	- Ventilation des Coûts communs -	- Análisis de los costos compartidos -
419	*Investissement*	Investments	Investissement	Inversiones
420	*Exploitation*	Operation	Exploitation	Explotación
421	*Ratio des coûts communs (Exploitation)*	Shared costs ratio (Operation)	Ratio des coûts communs (Exploitation)	Proporción de costos compartidos (Explotación)

*Figure 34 – Onglet _lang_*

- **Ajout d'une nouvelle langue**

Pour ajouter une nouvelle langue au modèle, il suffit d'ajouter un en-tête de langue (ex : Español) et de traduire toutes les lignes dans cette nouvelle langue. Cette langue pourra être choisie ensuite sur l'onglet **Menu**.

La colonne **Current Language** est la colonne de référence à laquelle toutes les cellules texte du modèle font référence, aucun texte n'étant entré « en dur » dans le modèle[8]. Elle fait appel à telle ou telle colonne de l'onglet **_lang_** en fonction de l'option sélectionnée sur l'onglet **Menu**.

- **Ajout de nouvelles cellules de texte, utilisation du menu contextuel**

Par ailleurs, pour faciliter l'évolution du modèle, qui amènera sûrement à la création de nouvelles cellules texte (nouveau paramètre, nouvel équipement, etc.), nous avons ajouté une fonctionnalité au Menu contextuel, accessible par un clic droit de la souris, après sélection d'une cellule.

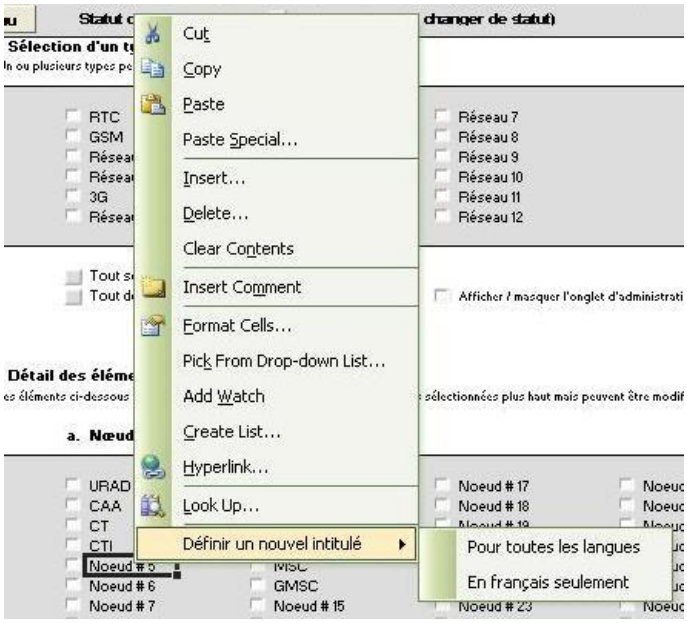


Figure 35 – Menu contextuel pour les langues

Cette option du menu contextuel d'Excel se rajoute à l'ouverture d'une version du modèle, et disparaît à sa fermeture[9]. Voici ses principales caractéristiques :

- Si la cellule sélectionnée fait déjà référence à une cellule de l'onglet **_lang_** (ex : création d'un nouveau nœud, en remplacement de l'intitulé Nœud #5), la sélection de l'option **Pour toutes les langues** (***For all languages***) ouvrira une boîte de

[8] Excepté les cellules B12 à B23 de l'onglet Services, qui sont les symboles des unités d'œuvre utilisées, ceux-ci ne pouvant dépendre de la langue utilisée pour le bon fonctionnement du modèle.

[9] L'ouverture de plusieurs instances du modèle en même temps, puis la fermeture de certains fera disparaître cette option du menu contextuel. Pour la retrouver, il suffit de fermer tous les modèles, et d'en rouvrir un.

dialogue, qui permettra de remplacer, langue par langue, le contenu textuel de la cellule (en changeant le contenu des cellules dans les colonnes correspondantes de l'onglet **_lang_**).

- Si la cellule sélectionnée est vide (ex : ajout d'un nouveau paramètre spécifique), une référence à la cellule de la **colonne A** de l'onglet **_lang_** correspondant à la première ligne vide[10] (aucune traduction) sera ajoutée. Puis la même boîte de dialogue permet de saisir les intitulés dans chaque langue.
- Une option **En français seulement** (***In english only***, si l'anglais est choisi comme langue de travail) permet de ne saisir l'intitulé qu'en français, pour aller plus vite lors de l'ajout de nouvelles fonctionnalités au modèle. L'administrateur peut ensuite faire appel à un traducteur, pour traduire via l'onglet **_lang_** le contenu des cellules texte ajoutées.

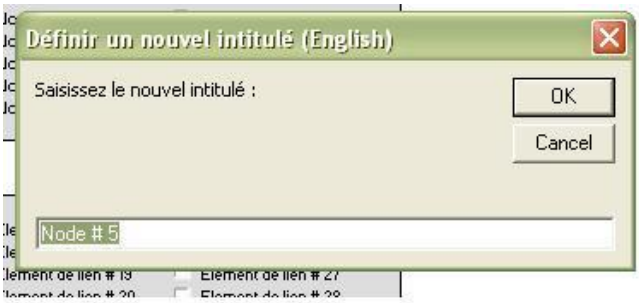


Figure 36 – Boîte de dialogue pour la saisie d'un nouvel intitulé

- **Astuces de développement**

Lorsque plusieurs administrateurs développent le modèle en même temps (ce qui a été notre cas), l'utilisation de la macro accessible par le menu contextuel présente des dangers, puisque des références à des mêmes lignes de l'onglet **_lang_** peuvent être ajoutées séparément par les administrateurs, posant des problèmes lors de la fusion des modèles. Deux colonnes **Debug** et **Vide** peuvent alors être utiles à ajouter dans l'onglet **_lang_** afin de faciliter ces développements séparés.

Français	Espagnol	Debug	Vide
Element de lien # 31		$$$Element de lien # 31$$$	_
Element de lien # 32		$$$Element de lien # 32$$$	_
URAD = Unité de Raccordement d'Abonné Distant		$$$URAD = Unité de Raccordement d'Abonné Distant$$$	_
CAA = Commutateur à Autonomie d'Acheminement. Commutateur téléphonique capable d'analyser les signaux de numérotation qu'il reçoit et de choisir un circuit sortant pour acheminer un appel vers sa destination.		$$$CAA = Commutateur à Autonomie d'Acheminement. Commutateur téléphonique capable d'analyser les signaux de numérotation qu'il reçoit et de choisir un circuit sortant pour acheminer un appel vers sa destination.$$$	
CT = Commutateur de Transit		$$$CT = Commutateur de Transit$$$	_
CTI = Commutateur de Transit International		$$$CTI = Commutateur de Transit International$$$	_

Figure 37 – Astuces de développement, colonnes Debug et Vide

La première contient la formule (développée ensuite jusqu'en bas) **="$$$" & C2 & "$$$"** et reprend les éléments de la colonne **Français** entourés de **$$$**. Si des contenus ont été rajoutés en dur dans certaines cellules du modèle, le choix de la langue « Debug » sur l'onglet **Menu** permettra de les repérer facilement (les cellules qui ne comporteront pas $$$). Le choix de la langue « Vide » permettra quand à lui d'afficher le symbole « _ » dans toutes les cellules qui ne font pas référence à l'onglet **_lang_**, permettant là encore de repérer facilement les textes

[10] Première ligne vide après la ligne 500.

entrés en dur (et donc à remplacer à l'aide du menu contextuel par des références à l'onglet **_lang_**).

b. Modification ou création de typologies de réseaux

- **Ajout de nouveaux services**

Pour l'instant, 15 services ont été créés pour le RTC, 10 pour le GSM et 1 pour les liaisons louées vendues en tant que service à d'autres opérateurs. Il est possible d'en définir jusqu'à 64 en tout. Les lignes **73** à **136** de l'onglet **_lang_** ont été réservées pour la définition de services. Pour définir de nouveaux services, vous pouvez soit aller directement sur l'onglet **_lang_** ou aller sur l'onglet **Services** et par un clic droit sur les cellules **C30** à **C93** + **Définir un nouvel intitulé**, modifier les cellules sources. Vous pouvez également rajouter de nouvelles familles, toujours à l'aide du menu contextuel dans les cellules **B30** à **B93**.

- **Ajout de nouveaux nœuds, liens, éléments de lien**

De la même manière, vous pouvez définir de nouveaux éléments de réseau. Les lignes **186** à **281** de l'onglet _lang_ sont réservées pour les intitulés de nœuds (ex : URAD), de liens (ex : URAD-CAA), et les familles d'éléments de lien (ex : SDH). Les lignes **282** à **345** permettent de donner une description des nœuds et des familles d'éléments de lien. Vous pouvez sinon passer par les onglets **_Node 1..32** et **_LE 1..32** (cellules **B3** et **B5**).

- **Prédéfinition de typologies de réseau**

La définition de typologies de réseau se fait sur l'onglet d'administration **_Network_**, qui peut être affiché soit en utilisant le bouton **Afficher tous les onglets** de l'onglet **Menu**, soit en cochant la checkbox de l'onglet l'onglet **Network**.

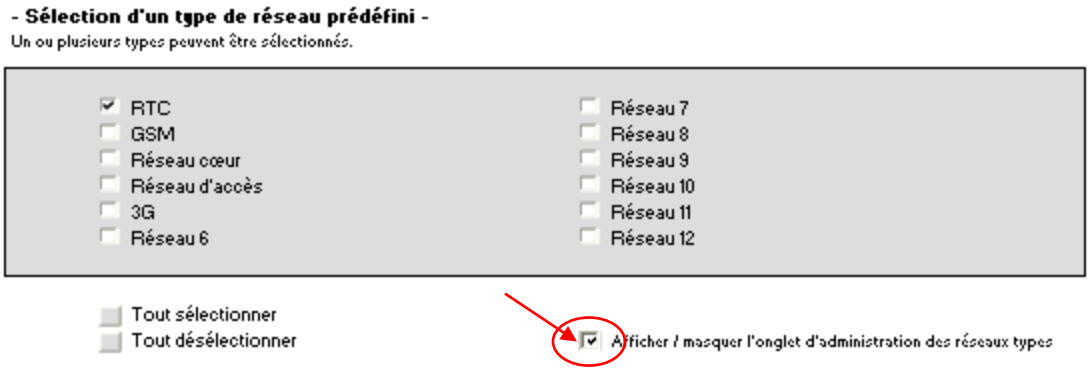


Figure 38 – Affichage de l'onglet d'administration des typologies de réseau

Puis, sur l'onglet **_Network_**, pour un type de réseau donné (ex : GSM), on rentre la valeur 1 pour les nœuds, familles d'éléments de lien et services présents par défaut dans cette typologie.

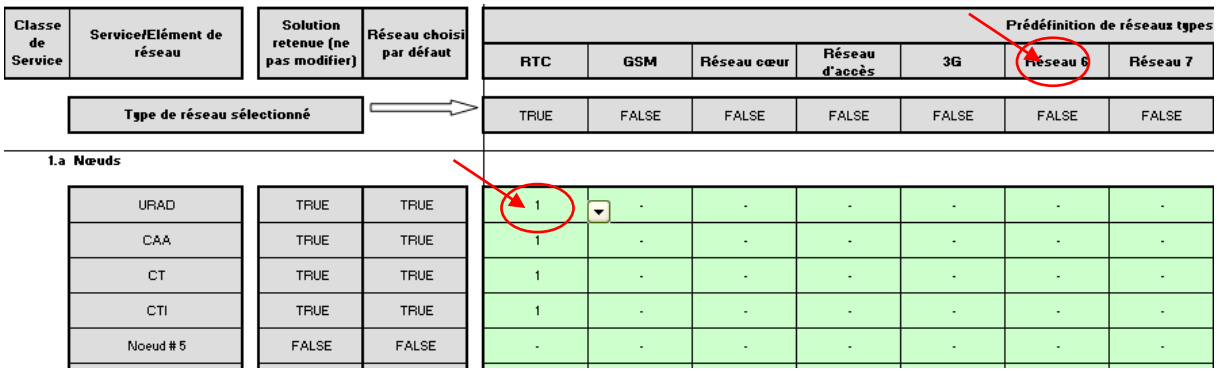


*Figure 39 – Prédéfinition de typologies de réseau sur l'onglet _Network_*

On peut ainsi modifier les typologies déjà définies (RTC, GSM, Réseau cœur, Réseau d'accès, 3G) ou en définir de nouveaux en modifiant les contenus des cellules **H6** à **S6** via un clic droit + **Définir un nouvel intitulé** (lignes **59** à **70** de l'onglet **_lang_**).

Ces choix se reporteront lors de la sélection de typologies par l'utilisateur à l'étape 1 du remplissage du modèle (voir I.B.2.a)).

c. Evolution des paramètres influant sur le trafic réel

Les formules de calcul du **Volume de trafic recalculé** peuvent être modifiées service par service dans la colonne **AB** de l'onglet **Services** et de nouveaux paramètres peuvent être utilisés pour certains services (12 disponibles au total).

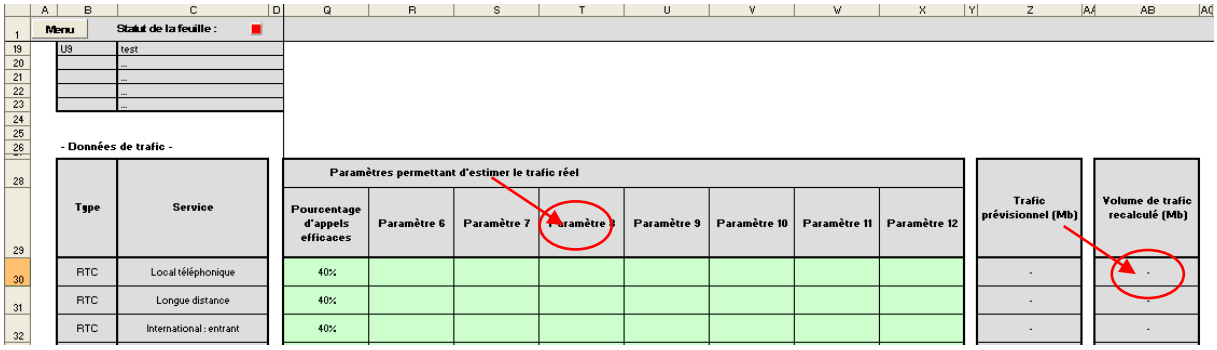


Figure 40 – Changement de la formule de calcul du trafic réel sur via l'onglet Services

d. Définition de nouveaux types de liaisons louées

Sur l'onglet **Financial**, il est possible de modifier les formules de calcul du coût des liaisons louées achetées en tant que service à d'autres opérateurs (ligne **87**). On peut également faire intervenir dans ces formules de nouveaux paramètres (lignes **75** à **81**).

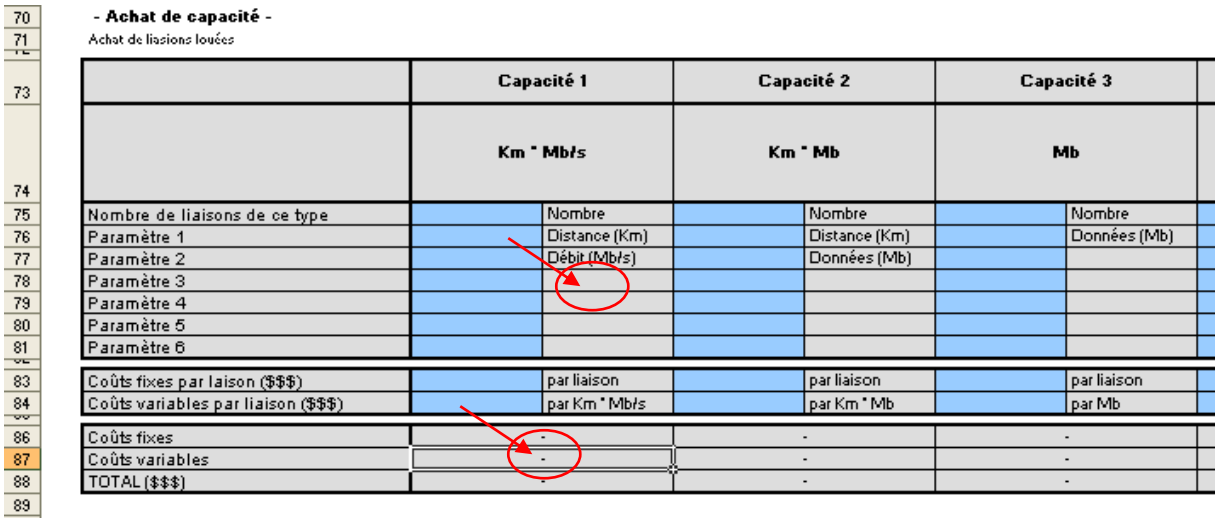


Figure 41 – Changement des formules de calcul des coûts variables des liaisons louées

Un dernier type (**Capacité 6**) a de plus été laissé à disposition de l'administrateur pour définir une nouvelle unité de comptabilisation des capacités louées.

e. Changement des facteurs de routage

Les onglets **NodeRoutFacts** et **LinkRoutFacts** servent à rentrer les hypothèses sur les facteurs de routage par type de nœud ou lien et par service sur le réseau considéré (étape 5 du modèle, voir I.B.5). Des formules faisant intervenir des données d'autres onglets ont été rentrées pour effectuer des calculs de facteurs de routage par défaut.

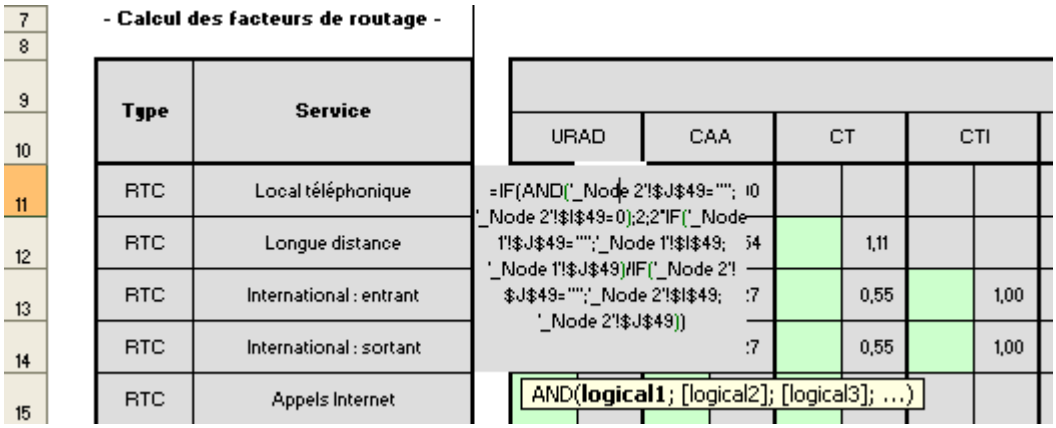


Figure 42 – Formules de calcul des facteurs de routage

Lors de l'ajout de services, de nœuds ou de liens, des formules peuvent être entrées dans les cases grisées prévues à cet effet pour calculer les valeurs par défaut des facteurs de routage. Elles peuvent faire intervenir des champs qui auraient été définis sur de nouveaux onglets **_Node 1..32** ou **_LE 1..32**.

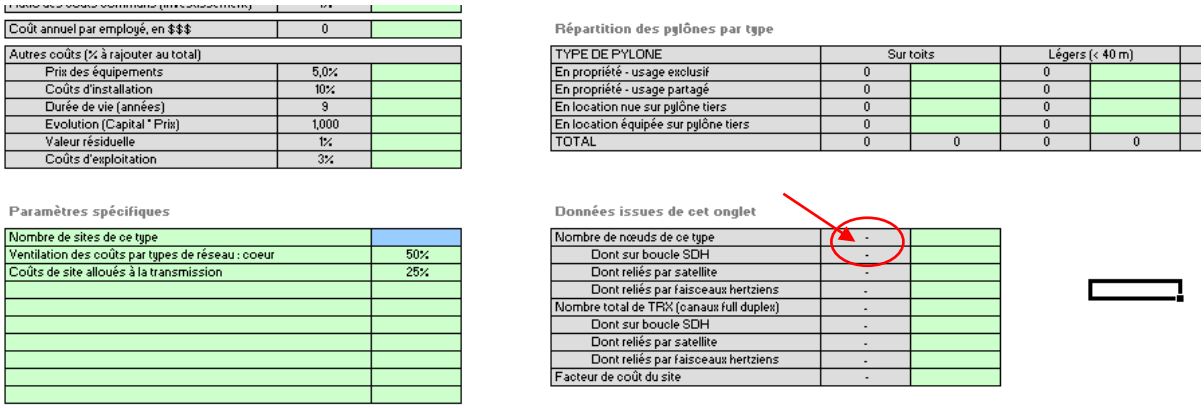
Comme vu à l'étape 5, l'utilisateur pourra cependant préférer utiliser des valeurs entrées manuellement s'il le souhaite (cases vertes).

f. Création de nouveaux éléments de réseau

- **Nœuds**

Les onglets **_Node 1..32** ont été prévus pour l'entrée d'hypothèse concernant les nœuds du réseau. Ils permettent d'obtenir au final un coût unitaire par Mb utilisant le type de nœud considéré (cellule **H157**), utilisé ensuite sur l'onglet **Results**. Seuls 8 servent dans le modèle actuel, mais 24 autres ont été pré formatés pour que l'administrateur puisse créer de nouveaux nœuds.

Le principe d'ergonomie à respecter lors de la création de nouveaux nœuds est de concentrer les données à rentrer par l'utilisateur en haut des onglets (Section **Données utiles**). L'administrateur peut prendre exemple sur la manière dont l'onglet **_Node 11** concernant les BTS a été construit. Les données servant à des calculs de facteur de routage (onglets NodeRoutFacts et LinkRoutFacts) ou permettant de « dimensionner » le réseau en calculant les quantités d'éléments de lien nécessaires pour relier les nœuds ensemble (ex : nombre de boucles SDH sur l'onglet **_LE 1**) sont à inclure dans la partie « haute » de l'onglet (lignes **8** à **56**).



Coût annuel par employé, en $$$	0	

Autres coûts (% à rajouter au total)		
Prix des équipements	5,0%	
Coûts d'installation	10%	
Durée de vie (années)	9	
Evolution (Capital * Prix)	1,000	
Valeur résiduelle	1%	
Coûts d'exploitation	3%	

Répartition des pylônes par type

TYPE DE PYLONE	Sur toits		Légers (< 40 m)	
En propriété - usage exclusif	0		0	
En propriété - usage partagé	0		0	
En location nue sur pylône tiers	0		0	
En location équipée sur pylône tiers	0		0	
TOTAL	0	0	0	0

Paramètres spécifiques

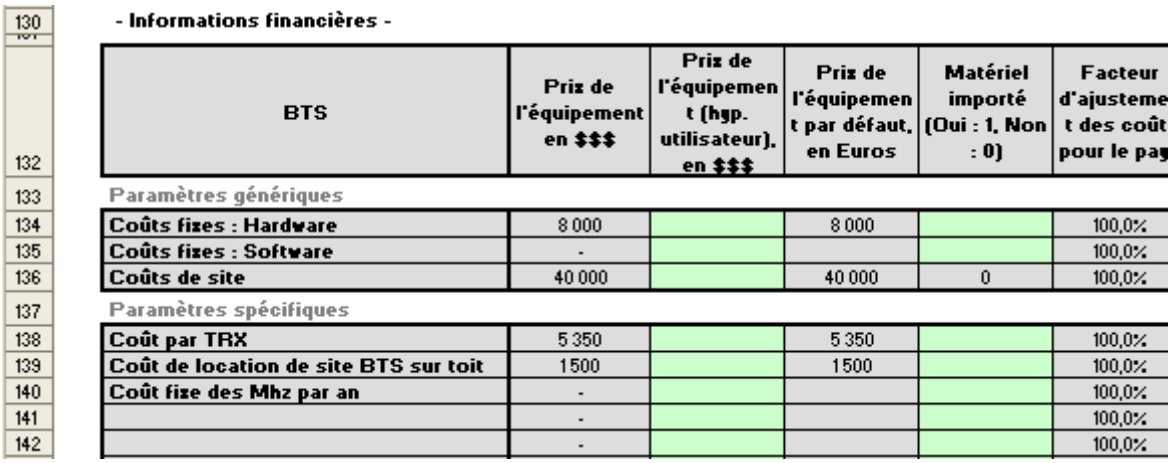
Nombre de sites de ce type	
Ventilation des coûts par types de réseau : coeur	50%
Coûts de site alloués à la transmission	25%

Données issues de cet onglet

Nombre de nœuds de ce type	-	
Dont sur boucle SDH	-	
Dont reliés par satellite	-	
Dont reliés par faisceaux hertziens	-	
Nombre total de TRX (canaux full duplex)	-	
Dont sur boucle SDH	-	
Dont reliés par satellite	-	
Dont reliés par faisceaux hertziens	-	
Facteur de coût du site	-	

Figure 43 – Données utilisées par d'autres onglets. Ex : Nombre de BTS sur boucle SDH

Les éléments génériques et spécifiques des nœuds sont ensuite à définir dans la section **Informations financières** (cellules **B134** à **B149**) avec un **Prix de l'équipement par défaut en Euros** à rentrer aussi si possible. (cellules **E134** à **E149**).



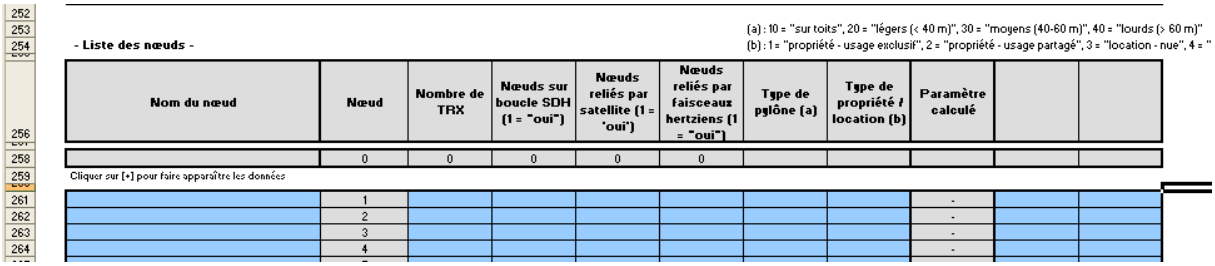
- Informations financières -

BTS	Prix de l'équipement en $$$	Prix de l'équipement (hyp. utilisateur), en $$$	Prix de l'équipement par défaut, en Euros	Matériel importé (Oui : 1, Non : 0)	Facteur d'ajustement des coût pour le pay
Paramètres génériques					
Coûts fixes : Hardware	8 000		8 000		100,0%
Coûts fixes : Software	-				100,0%
Coûts de site	40 000		40 000	0	100,0%
Paramètres spécifiques					
Coût par TRX	5 350		5 350		100,0%
Coût de location de site BTS sur toit	1500		1500		100,0%
Coût fixe des Mhz par an	-				100,0%
	-				100,0%
	-				100,0%

Figure 44 – Postes de coûts d'un noeud

Les section **Résultats** et **Détails du résultat** n'ont a priori pas besoin d'être modifiées.

La section **Liste des nœuds** (à partir de la ligne **254**), est utilisée par l'utilisateur lorsque l'opérateur fournit directement des listings de ses nœuds. Si l'opérateur fournit de plus des données sur l'infrastructure qui relie ces nœuds (SDH, satellite, hertzien, type de pylône, etc.), celles-ci peuvent être utilisées ensuite pour le « dimensionnement » des liens (onglets **_LE 1..32**).



- Liste des nœuds -

(a) : 10 = "sur toits", 20 = "légers (< 40 m)", 30 = "moyens (40-60 m)", 40 = "lourds (> 60 m)"
(b) : 1 = "propriété - usage exclusif", 2 = "propriété - usage partagé", 3 = "location - nue", 4 = "

Nom du nœud	Nœud	Nombre de TRX	Nœuds sur boucle SDH (1 = "oui")	Nœuds reliés par satellite (1 = 'oui')	Nœuds reliés par faisceaux hertziens (1 = "oui")	Type de pylône (a)	Type de propriété / location (b)	Paramètre calculé		
	0	0	0	0	0					
Cliquer sur [+] pour faire apparaître les données										
	1							-		
	2							-		
	3							-		
	4							-		

Figure 45 – Liste des noeuds

Dans cette section, l'administrateur peut ainsi rajouter des colonnes lui permettant de faire des agrégations utiles, dont les résultats à la ligne **258** sont à reprendre dans la section **Données utiles** en haut de l'onglet.

- **Liens**

Nous avons vu précédemment que de nouveaux liens peuvent être définis (jusqu'à 32) si de nouveaux nœuds apparaissent. Sur l'onglet **_Links**, rien n'est à changer a priori lors de l'ajout de nouveaux liens. Les cellules contenant les noms des liens faisant référence à des cellules de l'onglet **_lang_**. Cela rendra en revanche nécessaire la saisie de nouvelles formules de calcul de facteurs de routage sur l'onglet **LinkRoutFacts** pour les liens créés.

- **Eléments de lien**

De la même façon que pour les nœuds, des onglets **_LE 1..32** ont été prévus pour l'entrée d'hypothèse concernant les familles d'éléments de lien du réseau (SDH, satellite, faisceaux hertziens, conduites, pylônes, etc.). Ils permettent d'obtenir au final d'obtenir une ventilation

d'éléments de lien de chaque famille (ex : ADM, régénérateurs, brasseurs, ONT pour la SDH) en unité d'œuvre de référence (ex : nombre, km) par lien (Section **Répartition par lien**, lignes **138** à **174**) utilisée ensuite sur l'onglet **_Links** pour le calcul des coûts unitaires en Mb traversant chaque type de liens. Seules 7 familles ont été définies dans le modèle actuel, mais 25 autres onglets ont été pré formatés pour que l'administrateur puisse créer de nouvelles familles.

Pour respecter l'ergonomie du modèle, il faut concentrer les hypothèses à entrer par l'utilisateur en haut de l'onglet dans les sections **Données utiles** et **Informations financières**. L'onglet **_LE 1** correspondant à la SDH peut être un bon exemple de la manière dont organiser un nouvel onglet **_LE**. En particulier, on voit qu'il faut rentrer dans la section **Informations financières** les éléments de liens appartenant à cette nouvelle famille (cellules **B60** à **B71**), leur unité d'œuvre de comptabilisation (cellules **D60** à **D71**) et leur prix par unité d'oeuvre par défaut en euros (cellules **G60** à **G71**), informations reprises sur l'onglet **_Links**.

- Informations financières -

SDH	Quantité non louée	Unité	Prix de l'équipement en $$$	Prix de l'équipement (hyp. utilisateur), en $$$	Prix de l'équipement par défaut, en Euros
Paramètres génériques					
ADM - STM 1	-	Nombre	20 000		20 000
ADM - STM 4	-	Nombre	26 500		26 500
ADM - STM 16	-	Nombre	66 000		66 000
ADM - STM 64	-	Nombre	60 000		60 000
Régénérateurs STM	-	Nombre	112 000		112 000
Brasseurs numériques	-	Nombre	100 000		100 000
ONT - STM 1	-	Nombre	25 000		25 000
ONT - STM 4	-	Nombre	35 000		35 000
ONT - STM 16	-	Nombre	55 000		55 000
ONT - STM 64	-	Nombre	75 000		75 000
	-		-		
	-		-		

Figure 45 – Eléments de lien de la « famille » SDH

La section **Détails du résultat** ne doit pas être modifiée

Une section **Détails des calculs** est réservée à partir de la ligne **173** pour effectuer tous les calculs complexes de dimensionnement du réseau (une partie du cœur du modèle se trouve là, comme dans le cas des calculs du nombre de boucles SDH nécessaire). Les cellules **D138** à **O169** de la section **Répartition par lien** doivent reprendre des données issues de ces calculs.

- Répartition par lien -

Lien	ADM - STM 1	ADM - STM 4	ADM - STM 16	ADM - STM 64	Régénérateurs STM
URAD - CAA	-	-	-	-	-
CAA - CT	-	=E$253	-	-	-
CT - CT	-	-	-	-	-
Vers CTI					-
Lien # 5					
Lien # 6					

Figure 46 – Répartition par lien des différents éléments de lien de la « famille » SDH

2. Procédures et fonctions VBA

Toutes les procédures et fonctions utilisées dans le modèle ont été développées en **Visual Basic™**. Le code étant commenté, nous ne détaillerons pas chacune des procédures et fonctions ici, mais leur organisation.

g. Procédures concernant l'interface

o Procédures génériques

Sur chaque onglet du modèle hors onglet d'administration (**Menu**, **_Network_** et **_lang_**), une barre de navigation est disponible en haut d'onglet. Les mêmes procédures permettant le fonctionnement de cette barre d'outils sont présentes sur chacun des onglets :

- Private Sub **Change_Status_Help_Label_GotFocus()**
- Private Sub **Change_Status_Label_GotFocus()**
- Private Sub **Return_To_Menu_Button_Click()**
- Private Sub **Sheet_Status_Button_Click()**
- Sub **Menu_Sheet_Status_Button_Update()**

o Procédures de l'onglet Network

Sur l'onglet **Network**, quelques procedures d'interface supplémentaires sont définies :

- Sub **Always_Display_Network_Management_Worksheet_CheckBox_Click()**
- Private Sub **Select_All_CheckBoxes_Button_Click()**
- Private Sub **Unselect_All_CheckBoxes_Button_Click()**
- Private Sub **NetworkXX_Selection_CheckBox_MouseDown(***ByVal Button As Integer, ByVal Shift As Integer, ByVal X As Single, ByVal Y As Single***)** : 12 procédures
- Private Sub **NodeXX_Selection_CheckBox_MouseDown(***ByVal Button As Integer, ByVal Shift As Integer, ByVal X As Single, ByVal Y As Single***)** : 32 procédures
- Private Sub **LEXX_Selection_CheckBox_MouseDown(***ByVal Button As Integer, ByVal Shift As Integer, ByVal X As Single, ByVal Y As Single***)** : 32 procédures

Elles permettent de gérer les boutons et checkboxes de l'interface offerte par l'onglet **Network** pour le choix d'une typologie de réseau. En particulier, ce sont les 64 procédures **NodeXX_Selection_CheckBox_MouseDown** et **LEXX_Selection_CheckBox_MouseDown** qui « grisent » et « dégrisent » les boutons des nœuds et des éléments de lien de l'étape 6 de l'onglet Menu, les rendant accessibles ou non (voir étape 6 du manuel d'utilisation, I.B.6)).

o Procédures de l'onglet Network

Sur l'onglet **Menu**, un premier jeu de procédures développées concerne la détection d'un changement de langue :

- Private Sub **Worksheet_Change(***ByVal Target As Range***)**
- Private Sub **Worksheet_Deactivate()**

- Private Sub **Worksheet_SelectionChange(***ByVal Target As Range***)**

Un deuxième jeu de procédures contrôle les actions des boutons de la barre d'outils en haut de l'onglet Menu :

- Private Sub **Reset_All_Sheet_Statuses_Button_Click()**
- Private Sub **Show_All_Sheets_Button_Click()**
- Public Sub **Hide_Optional_Sheets_Click()**

Enfin les dernières contrôlent les actions des boutons des 7 étapes définies, et des checkboxes permettant l'affichage de certains onglets spécifiques :

- Private Sub **Display_All_Nodes_CheckBox_Click()**
- Private Sub **Display_All_Link_Elements_CheckBox_Click()**
- Private Sub **Display_Links_CheckBox_Click()**
- Private Sub **Display_lang_CheckBox_Click()**
- Private Sub **Go_To_Network_Button_Click()**
- Private Sub **Go_To_Services_Button_Click()**
- Private Sub **Go_To_Gradient_Button_Click()**
- Private Sub **Go_To_Financial_Button_Click()**
- Private Sub **Go_To_Breakdown_Button_Click()**
- Private Sub **Go_To_NodeRoutFacts_Button_Click()**
- Private Sub **Go_To_LinkRoutFacts_Button_Click()**
- Private Sub **Go_To_Results_Button_Click()**
- Private Sub **Go_To_TopDown_Button_Click()**
- Private Sub **Go_To_Node01_Button_Click()** : 32 procédures
- Private Sub **Go_To_Links_Button_Click()**
- Private Sub **Go_To_LE01_Button_Click()** : 32 procédures

h. Autres modules

Par ailleurs, en plus des procédures d'interface pure présentées plus haut et présentes sur les différents onglets du modèle, 4 autres modules ont été créés, contenant des procédures utilisées transversalement dans le modèle.

- **Module Contextual_Menu**

Les procédures du module **Contextual_Menu** gèrent les actions du menu contextuel auquel à été rajouté la fonctionnalité de définir de nouveaux intitulés (voir II.A.1.b)) :

- Sub **RenameOne()**
- Sub **RenameAll()**
- Sub **Rename(***Multiple As Boolean***)**

- **Module Development_Modules**

Les procédures et fonctions de ce module ont été des développées pour nous faciliter certaines étapes du développement du modèle (ex : application d'un même format sur les 32 onglets _LE) :

- Public **Sub AddData()**
- Sub **GiveLinkName_()**
- Sub **PutEverythingBack()**
- Function **Columns(***Indice As Integer***) As String**
- Sub **ApplyFormat()**

Elles n'interviennent aucunement dans les calculs du modèle, mais peuvent servir d'exemples pour l'administrateur qui voudrait aller plus vite dans le développement de nouveaux nœuds ou éléments de liens. Il faut cependant prendre ses précautions lors de l'utilisation de ces macros, leur effet ne pouvant être annulé par un « Undo » classique.

```
Sub ApplyFormat()

Dim sheetName As String

For i = 1 To 32

    sheetName = "_LE " & i
    Sheets(sheetName).Select
    'Range("D12:D13").Select
    'Selection.Interior.ColorIndex = 37

    With ActiveWindow
        .SplitColumn = 0
        .SplitRow = 0
    End With
    Rows("2:2").Select
    ActiveWindow.FreezePanes = True


Next i

End Sub
```

Figure 47 – Exemple de procédure facilitant les développements : appliquer un format sur plusieurs onglets

- **Module Network_Workseet_Modules**

La création de ce module a été nécessaire pour gérer les interactions entre les onglets **Network** et **_Network_**. Il comporte 3 procédures :

- Public Sub **Network_Worksheet_Select_All_CheckBoxes()**
- Public Sub **Network_Worksheet_Unselect_All_CheckBoxes()**
- Public Sub **Network_Worksheet_Network_Selection_CheckBoxes()**

- **Module Shared_Modules**

Ce module comporte 4 procédures et 1 fonction :

- Public Sub **auto_open()**
- Public Sub **auto_close()**
- Public Function **PHI(***n As Single, Interest As Double***) As Double**
- Public Sub **ReturnToMenu()**

- Public Sub **ChangeSheetStatus(***CurrentButton As CommandButton***)**

Les 2 premières concernent les actions à effectuer lors de l'ouverture et la fermeture du modèle (apparition et disparition de l'option **Définir un nouvel intitulé** dans le menu contextuel). La fonction Phi est utilisée pour les méthodes de calcul avec prise en compte de l'évolution des prix. Enfin, les deux dernières, appelées par les procédures des barres de navigation de chacun des onglets, permettent les interactions avec la feuille **Menu**.

VII. INDEX

achats de capacités, 55
BSC, 32
BTS, 30
CAA, 29
capitaux propres, 39
clé de conversion, 10, 51
coefficient béta, 39
coût du capital, 38, 40
coûts unitaires, 36
CT, 29
CTI, 29
dette, 38
effectif, 54
éléments de réseau, 12
facteurs de routage, 12, 18, 36, 56
fonction PHI, 40
frais de douane et de transit, 38
frais de transport et d'assurance, 38
GMSC, 32
gradient horaire, 52
incidence du progrès technique, 54
liaisons louées, 10, 11, 19
liens, 13, 27, 34, 64
MGW, 32
MSC, 32
nœuds, 13, 27
off-net, 7
Onglet Revenue, 71
on-net, 7
parc d'abonnés, 72
réconciliation *Top-Down*, 67
roaming, 10
routes, 13, 27
routing, 19
Satellite, 35
service indifférencié, 27
services offerts, 7
trafic, 12, 35, 51
Trajets hertziens, 35
Trajets optiques, 34
TRX, 30
URAD, 29